INFORME GEOLOGICO PRELIMINAR

DEL AREA DE ISLA GONZALEZ

Los Trabajos de campo se realizaron del 27/9/82 al 22/11/82. Entre esas fechas el Nivel del Embalse en la Presa "Dr. G. Terra", varió entre 79,73m y 80,27m - respecto al Cero Art. 2 Decreto P.E. del 20/5/49 (entre 80,39 m y 80,93 m respecto al Cero Bonete).-

Relevamiento Geológico de Base realizado por el grupo de geólogos contratados por U.T.E. (R82.- 2340), del 27/9/82 al 22/11/82: Lic. Eduardo Abenia; Lic. Alicia Castro; Lic. Miriam Pérez; Sr. Vicente Cisa; Sr. Daniel Piñeyro y Sra. Rosa Navarro

El control por parte de U.T.E. de estos trabajos estuvo a cargo del Departamento Ingeniería de Presas y Embalses.

Firmas:

Lic. Eduardo Abenia	Lic. Alicia Castro
Lic. Miriam Pérez	Sr. Vicente Cisa
Sr. Daniel Piñeyro	Sra. Rosa Navarro

CONTENIDO

I - INTRODUCCION

De acuerdo a los requerimientos planteados oportunamente por los técnicos de UTE para la realización de una presa y embalse en el área de Isla González (carta I) se elaboró y elevó un Plan General de Trabajo con los siguientes objetivos:

1 - Mapeo y elaboración de una carta geológica, a escala 1/50.000 del área de Isla González, prestando especial interés en las áreas de la posible presa y en la zonas donde se insinúa la posibilidad de comunicación entre el lago y la restitución en el río.

2 - Búsqueda de los siguientes materiales para la construcción de la futura presa:

2.1 - 1.200.000 m^3 de arcilla de fácil compactación y baja expansión relativa.

2.2 - 400.000 m^3 de roca para hormigón

2.3 - 300.000 m^3 de roca para la protección de taludes.

2.4 - 350.000 m^3 de áridos finos y medios para hormigón.

El Plan General de Trabajo se llevó a cabo mediante 45 días de trabajo de campo y un período similar de trabajo de gabinete y laboratorio.

El presente informe expone los resultados alcanzados.

II - METODOLOGIA

II - 1. Primera Etapa: Gabinete.

Previo al relevamiento de campo se realizaron las siguientes tareas:

- Elaboración del Plan General de Trabajo.
- Fotointerpretación.
- Confección de los mapas de base (calcos) a escala 1:20.000 de cada foto, donde se incluyó la información obtenida por fotointerpretación.
- Elaboración de un mapa a escala 1:50.000 en base al fotoplano "Paso Ramírez".
- Revisión de los antecedentes.
- Fotointerpretación y elaboración de un mapa de base a escala 1:10.000 del área de la presa.

II - 2. Segunda Etapa: Relevamiento de campo.

El relevamiento geológico se realizó utilizando como base las fotos aéreas a escala 1:20.000, con exepción del área de la presa donde se trabajó a escala 1:10.000.

La tarea de campo se planificó diariamente de acuerdo a las ya especificadas en el Plan de Trabajo (que se adjunta) y a las posibilidades de coordinación con el resto de las actividades del campamento.

Se formaron grupos de relevamiento de dos personas que relevaron un área de aproximadamente 8 a 10 Km^2 por día.

Como paso previo al trabajo de campo mismo, cada grupo trazó su recorrido sobre la foto aérea correspondiente, siguiendo los rasgos geológicos más sobresalientes de la fotointerpretación. Se trató de abarcar el mayor número de afloramientos, tomando en cuenta las posibles variaciones litológicas y/o estructurales.

En cada afloramiento se procedió a la descripción de las características más importantes, toma de fotos y recolección de muestras representativas. Posteriormente se realizó la descripción macroscópica de las muestras de mano.

En las áreas donde se constató la existencia de extensiones importantes de aluviones arcillosos y arenas, se efectuó además, un plan de sondeos. Las muestras así obtenidas se enviaron a laboratorio.

Diariamente se procesó la información de la siguiente forma:

- ubicación de cada afloramiento en el mapa de base a escala 1:20.000 (calco) correspondiente.
- demarcación sobre el calco de las áreas correspondientes a cada unidad litológica, completando los datos de campo con la fotointerpretación.
- elaboración de un informe con los datos más relevantes.

Se utilizó una metodología especial, previamente estipulada en el Plan de Trabajo de acuerdo a los objetivos planteados para cada área en particular.

El relevamiento de campo se realizó con el lago de Rincon de Bonete entre los niveles 79,73 m y 80,27 m.

II - 3. Tercera Etapa: Gabinete.

Se realizaron las siguientes tareas:

- Confección de una carta a escala 1:50.000 del "Area de Isla González".

Para la elaboración de la misma se utilizaron como base cartográfica las cartas topográficas "Paso Ramírez" y "La Paloma de Durazno" a escala 1:50.000, de las cuales se tomaron los cursos de agua y la red vial, así como la curva de nivel de 95m (esta última a pedido del Ing. Maisonnave).

Como referencia complementaria se agregaron los montes artificiales tomados de los fotoplanos correspondientes.

La información geológica se tomó de los mapas de base 1:20.000 (calcos) confeccionados previamente, a los cuales, durante la etapa de campo, se volcó la información de terreno complementándola con la obtenida por fotointerpretación. Se procedió de esta forma tanto en lo que se refiere a límites geológicos como a estructuras (fisuras, diaclasas, fallas). Todos estos datos debieron reducirse en escala para incoorporarlos a la car-

ra hormigón se incluyeron en una carta de arenas.

En estas tres cartas se incluyó además de los bordes geológicos y la información estructural interpretada, la ubicación de los sondeos. Esta información, complementada con los perfiles correspondientes permite tener una mejor idea de la ubicación espacial de los materiales en estudio.

Las cartas de los diques basálticos (I y II) fueron confeccionadas de manera semejante a las anteriores. En ellas se incluyó: el dique fotointerpretado allí donde pudo verse, los afloramientos descriptos, las canteras y otras excavaciones; en los lugares en que el filón se interrumpe en la foto pero debido a los datos de campo y a la fotointerpretación puede suponerse su continuidad en profundidad, se lo marcó como filón supuesto.

- Elaboración de un croquis de ubicación general a escala 1:3.350.000.

- Confección de un mapa de ubicación de las cartas incluídas en el informe.

- Representación gráfica de los sondeos a escala 1:20.

- Elaboración de cortes geológicos en base a sondeos a escala:

vertical -	1:100	
horizontal -	1:5.000	Arroyo Malo
	1:20.000	
	1:8.000	Arroyo Sarandí

- Revisión de los cortes geológicos ya realizados en 1929. La falta de los testigos de perforación y la información fragmentaria existente permitieron elaborar solamente el corte geológico correspondiente al "Perfil I" (a escala vertical 1:400 y horizontal 1:2.000) el cual no obstante se halla sujeto a otras interpretaciones debido a las razones antedichas.

- Confección de diagramas de frecuencia de diaclasas para:
  - los diques I y II
  - el área de la presa
  - las áreas que se insinúan como posibles comunicaciones entre el lago y

la restitución en el río.

- Realización de láminas delgadas del filón de basalto.
- Ensayos de laboratorio de:
  - Límites de Atterberg.
  - Granulometría total
  - Compactación.
- Redacción del informe final.

III - ANTECEDENTES

III - 1. Antecedentes Bibliográficos.

Los diferentes autores que estudiaron los sedimentos gondwánicos uruguayos, hacen mención de la presencia de las litologías glaciales y/o fluvioglaciales que caracterizan la base del Gondwana, en la zona que en este trabajo se denomina como "Area de Isla González" (ver cartas de ubicación I y II). Algunos señalan la existencia de diques intrusivos que recortan dichos sedimentos, y en algún caso de derrames basálticos mesozoicos.

Terra Arocena (1926: 6 y 10) describe la presencia de tillitas y conglomerados glaciales en Paso Ramírez sobre el Río Negro. Menciona en la margen sur, bloques de granito de hasta 6 m en su mayor dimensión y, en el lecho del río, tillitas arcillosas gris oscuras con bloques y cantos de granitos rayados y pulidos incrustados en él. Además, señala el contraste en color y composición entre las areniscas rojas y conglomerádicas en el camino al sur y la tillita del río..

Walther (1927: mapa) extiende los derrames basálticos al "Area de Isla González".

Falconer (1931: 4-6) refiriédose a la discordancia intragondwánica entre las formaciones más antiguas y las más jóvenes, expresa que: "La línea actual de discordancia puede ser facilmente trazada con rumbo casi al N desde las proximidades de San Gregorio de Polanco en el Río Negro al Cerro Miriñaque en la margen septentrional del mapa. Al E de esta línea aparecen las capas gondwánicas más antiguas plegadas, falladas, y atravesadas por basalto intrusivo, como en Cerro Largo." Más adelante dice que: "En el Rincón de Pereyra y en el Rincón de Ramírez los afloramientos son escasos pero las grandes bochas - (boulders)- de granito, que están esparcidas sobre la superficie, en las proximidades del Río Negro, probablemente indican la presencia de capas conglomerádicas debajo"................" Al poniente del Arroyo Malo las capas de conglomerados y areniscas conglomerádicas y de grano grueso, muy comunmente de color rojizo y aún rojo vivo y usualmente de pronunciada estratificación diagonal adquieren gran desarrollo. Estas probablemente pertenecen al Grupo de

Itararé. Ocasionalmente, diques y capas intrusivas de basalto aparecen dentro de las areniscas ...."

Ludin (1933: 7) señala la existencia de sedimentos de "Itararé" desde la frontera con el Brasil, aguas abajo del Río Negro hasta la ciudad de San Gregorio.

Falconer (1937: 31-32) describe, viniendo hacia el Paso Ramírez desde el N, y a una distancia de 15 km del río, bloques erráticos de granito que incluye dentro de las "capas de Itararé"; y asigna para estas últimas un espesor de entre 80 y 100m. También, refiriéndose al "Rincón de Alonso" expresa: "... las perforaciones han mostrado la presencia de más de 20m de una arenisca laminada de grano fino rosada y rojiza con interposiciones rojizas, pasando hacia abajo a areniscas rojas de grano grueso con cantos y conglomerados recubriendo camadas de esquistos Devónicos".

Lambert (1939: 18, 21 y 23) señala que "Itararé": "Contiene bloques y cantos de todos los tamaños (desde algunos cm hasta 1m de diámetro) de diversas formas y de distinta naturaleza (rocas cristalinas, esquistos variados, cuarcitas, areniscas. ...) irregularmente distribuídos en una matríz areno arcillosa dura sin estratificación. Los guijarros que constituyen este conglomerado forman cuerpo con el cemento que los rodea; la roca fresca es compacta y dura pero, a consecuencia de la desagregación química o mecánica del cemento los cantos pueden ser recogidos sueltos (Paso Ramírez, Paso Noble, del Río Negro)". Con respecto a las areniscas de "Río Bonito" las describe como:"... generalmente macizas, aunque bastante friables de estratificación exepcionalmente perfecta ..., de color parduzco rojizo, o, más raramente, rojo violado claro, de grano regular fino a muy fino, con laminillas de mica y a veces un poco arcillosas." Además destaca que: "Las areniscas de Río Bonito están a veces silicificadas pero el fenómeno no la ha afectado profundamente; está limitado a una película protectora superficial, que permite a veces a la erosión dejar en saliente formas como de hongos de arenisca en la superficie de los afloramientos."

Caorsi-Goñi (1958: 29-30) proponen una nueva nomenclatura de significación local para la columna estratigráfica uruguaya, argumentando que los nombres brasileños utilizados has

ta entonces para designar nuestras diferentes formaciones "han traído aparejadas algunas confusiones". Así "Itararé" pasará a denominarse "San Gregorio" y, "Río Bonito" se nombrará como "Tres Islas". Esta denominación se mantendrá hasta hoy día.

Bossi (1966: 129-130) propone la reunión de los facies de "San Gregorio" y de "Tres Islas" en una sola formación que se denominará: "Formación San Gregorio-Tres Islas", argumentando la imposibilidad de cartografiar por separado ambos facies, los cuales según este autor tienen además forma lenticular y se interdigitan. Además define como exposición tipo del facies glacial de San Gregorio la barranca de la margen izquierda del Río Negro en Paso Romero frente a la localidad de San Gregorio; y propone el siguiente perfil desde aquel punto sobre la costa hasta unos 300 m por el camino que conduce a Blanquillo. (fig. 1). El mismo autor refiriéndose al facies fluvioglacial de Tres Islas, lo describe como: "... fundamentalmente areniscoso, con niveles de lutitas a veces con lentes carbonosos de poco espesor. Un rasgo secundario pero constante de estas areniscas es que presentan lechos silicificados que permiten afloramientos escarpados bien característicos con superficies desgastadas y cubiertas de oquedades."

Bossi et al. (1975: carta, 13) asignan el área de Isla González a la Formación San Gregorio-Tres Islas, y mencionan además que según Goñi (1952) el cemento de las areniscas y tillitas es caolinítico.

Preciozzi et al. (1979: 21-22) sin argumentar separan la "Formación San Gregorio" correspondiente según los autores a una sedimentación continental tipo fluvio-torrencial/glacial-limnoglacial, de la "Formación Tres Islas" de facies de borde marino tipo playa y lagunas litorales.

III - 2. Perforaciones, Cortes y Cartas.

De las descripciones de las perforaciones realizadas por el IGU en 1926, 1928 y 1929, se desprende que en general existe la siguiente sucesión litológica:

- una parte superior muy localizada de material suelto (arenas) con una potencia máxima de aproximadamente 20m.
- areniscas finas con niveles intercalados de conglomerados y tillitas, rosados a rojizos, con un espesor de 9m como mínimo y 30m como máximo. Estas litologías se incluirían hoy en la For-

ESTRUCTURA GEOLÓGICA DE LAS BARRANCAS DEL RÍO NEGRO

FRENTE A LA LOCALIDAD DE SAN GREGORIO

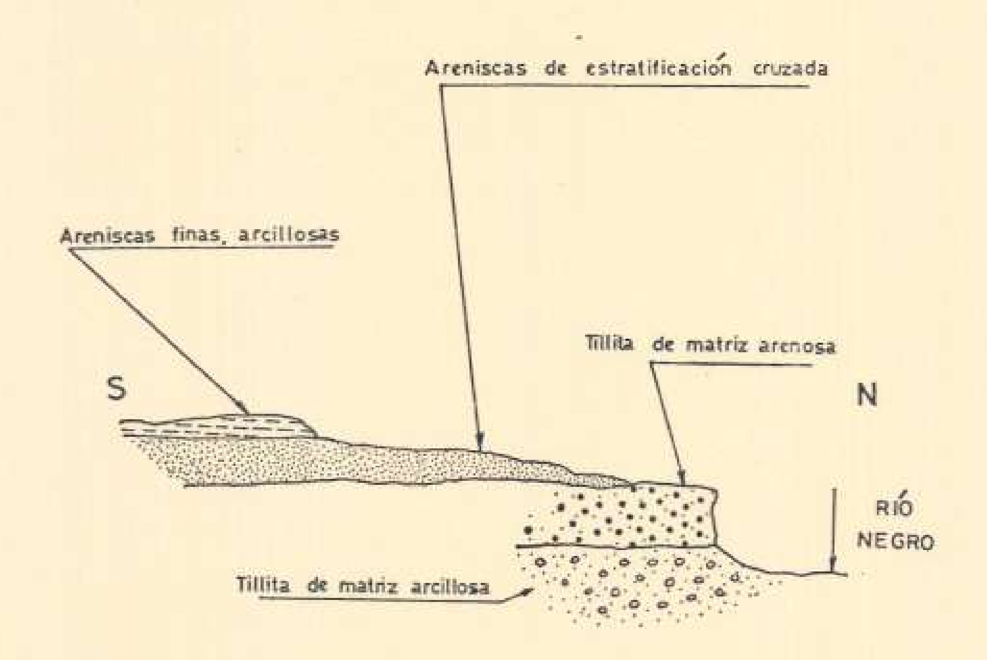


Figura 1

mación San Gregorio-Tres Islas.

- un nivel inferior, cuya potencia no está determinada (porque las perforaciones no se continuaron hasta el Basamento Cristalino) de siltitos grises con fósiles característicos del Devónico atribuíbles entonces a la Formación Cordobés.

Los cortes elaborados por el MOP en 1929 (Río Negro: Perfil I y Río Negro: Margen Derecha) describen en general la siguiente sucesión litológica desde la cima a la base:

- material suelto: gravas, cantos, arcillas. Potencia máxima de 24m.
- arenisca arcillosa roja. Potencia máxima de 12m.
- arenisca conglomerádica y conglomerados rojos y violados atribuíbles a la Formación San Gregorio-Tres Islas. La potencia máxima es de 8m.
- tillitas violetas y grises también atribuíbles a la Formación San Gregorio-Tres Islas. La potencia máxima es de 9m.
- siltitos, lutitas y calizas con una fauna Devónica característica de potencia no determinada, atribuíbles a la Formación Cordobés.

La "Carta Geológica de la Zona de Isla González" de Spoturno y Rossi (1978) fue confeccionada en base a fotointerpretación. Indica desde la cima a la base la siguiente sucesión litoestratigráfica:

- Formaciones superficiales.
- Formación Río Negro.
- Formación Arapey (que se presenta fundamentalmente en forma de dique).
- Formación San Gregorio-Tres Islas (dominante).

III - 3. Informe Consultora Lahmeyer.

Según los autores hasta entonces se habían realizado un mapa con curvas de nivel, aproximadamente 20 perforaciones (de las cuales no existen testigos completos) y 6 perfiles geológicos de la Zona de Isla González. Mencionan también una recopilación realizada por U.T.E. de los datos existentes hasta la fecha en el informe: "Isla González-Informe de Base 1979", que incluye el mapa geológico a escala 1:50.000 de Spoturno y Rossi.

En el informe se describen los distintos aspectos del á

rea (topográfico, orográfico y geológico) y se discuten además aquellas características que podrían influír directamente en la construcción de una presa en la zona (fundamentalmente las geotécnicas).

Con respecto a la topografía, se integra el área de Isla González a la denominada Penillanura Sedimentaria, donde predominan las formas tabulares residuales causadas por capas casi horizontales de arenisca y las formas suavemente onduladas creadas por materiales sueltos o poco coherentes de cobertera (arenas, gravas, cantos). Se señala además, que es la baja pendiente de la zona la causante de los meandros del Río Negro y de sus confluentes más importantes, resaltando que: "en casi todas las partes convexas se encuentran meandros abandonados con sedimentos fluviales (cantos, gravas, arcillas), muchas veces cubiertos por médanos..."

Orográficamente, señalan la Cuchilla de Santo Domingo con rumbo NW-SE en el N de la zona, que forma parte de la margen derecha del Río Negro; y elevaciones menores más erosionadas y disectadas, que se extienden de N a S formando parte de la margen izquierda.

Desde el punto de vista geológico se describe la zona de Isla González, como constituída fundamentalmente por sedimentos de facies glacial y fluvioglacial (areniscas, siltitas, lutitas y tillitas) de la Formación San Gregorio-Tres Islas, parcialmente cubiertos por los sedimentos fluviales y eólicos del Cuaternario. Se indica además, que tanto en los sedimentos Carboníferos como en los Cuaternarios, se dan frecuentes cambios en sentido vertical y horizontal que "dificultan en gran forma las predicciones geológicas". Se menciona además la presencia de un dique basáltico aproximadamente 10 Km al NW de Isla González, que según los autores no aflora; y la existencia de una cantera de basalto 15 Km al NW.

Basándose en la dinámica meandriforme del río describen desde aguas arriba del Km 537,5 hasta el Km 535 una situación en la que en su margen cóncava el mismo ataca las areniscas de San Gregorio-Tres Islas creando una topografía elevada, mientras que en la margen convexa se da por el contrario la deposición de potentes sedimentos fluviales. Esta situación se daría tanto en el Rincón de Alonso como en el Rincón de González.

IV - GEOLOGIA DEL "AREA DE ISLA GONZALEZ"

(Carta geológica a escala 1:50.000)

IV - 1. Localización.

El área se encuentra localizada en los departamentos de Tacuarembó y Durazno, dividida aproximadamente en dos partes iguales por el río Negro, aguas arriba de la presa de Rincón del Bonete. (carta I)

Se halla comprendida en las cartas topográficas (Servicio Geográfico Militar), Paso Ramírez y La Paloma de Durazno, a escala 1/50.000, entre las coordenadas 36º06' y 36º24' (centesimales) de latitud Sur y las coordenadas 61º77' y 62º (centesimales) de longitud oeste.

El área presenta 2 accesos: por el Norte, Ruta 5 hasta el empalme con la Ruta 43 (que se dirige a San Gregorio de Polanco), por ella se recorren aproximadamente 47 Km hasta el Camino a Rincón de Alonso, y por esta última unos 25 Km hasta el área de Isla González. Por el Sur, Ruta 6 hasta el empalme con la Ruta 43 llegando a Blanquillo, desde allí a La Paloma y por último por el camino a Paso Oribe que conduce al área de estudio. (carta II).

IV - 2. Generalidades.

El sustrato de la región está constituído por la Formación San Gregorio-Tres Islas, predominando las areniscas finas, bien seleccionadas de colores rosados a rojizos, localmente tillitas, recortada en dirección N35-45 W por dos filones basálticos, y en parte cubierta por formaciones superficiales modernas, tales como arenas, cantos, aluviones, etc.

En la orografía de la zona se destaca la cuchilla de Santo Domingo, que recorre el norte del área con un rumbo general de NW a SE. No existen grandes diferencias altimétricas, la mayor altura se encuentra en la Cuchilla de Santo Domingo, donde se alcanza una cota de 117m, mientras que las menores alturas aparecen en la planicie del arroyo Malo y costa del Río Negro, cota de 80m.

Geomorfológicamente en el paisaje domina el relieve suavemente ondulado. Las lomas convexas alargadas alternan con plani

cies aluviales. En la costa del Río Negro, que se presenta escarpada se observan sistemas de terrazas de 3 a 4, a veces cubiertas por niveles de cantos.

Entallando las formas antes mencionadas, la red de drenaje que corre hacia el río Negro, de aspecto dendrítico, se organiza en torno a dos subcuencas principales Arroyo Malo y Arroyo Sarandí.

La dinámica fluvial contribuyó al desarrollo de diferentes formas de modelado, ya sea las de incisión, las de acumulación o formas mixtas. En las convexidades de los meandros abandonados del río Negro, se encuentran grandes acumulaciones de sedimentos fluviales (cantos, gravas, arenas, arcillas), cubiertos por arenas voladas.

Los suelos que se desarrollan sobre la Formación San Gregorio-Tres Islas son los brunosoles que se encuentran generalmente asociados a formas de relieve suavemente onduladas; se caracterizan por la presencia de un horizonte melánico con un alto porcentaje de materia orgánica, de texturas medias y buena fertilidad. Asociados a las zonas planas, adyacentes a corrientes de agua se encuentran los gleysoles que frecuentemente permanecen inundados identificándose por sus colores reductores y también los planosoles que presentan un horizonte muy arcilloso lo cual puede originar una napa colgada de agua por algún tiempo.

Las asociaciones vegetales dominantes son: la pradera, que ocupa el mayor porcentaje del área, el monte fluvial que se limita a las márgenes de los ríos principales y los bañados de gran extensión sobre los arroyos Malo y Sarandí.

Es de mencionar que la actividad del hombre ha incidido e incide de diversas maneras sobre el área, modificando las condiciones naturales. Por ejemplo la obra de forestación ha permitido la fijación de arenales y además ha creado condiciones microclimáticas nuevas; por otra parte la ganadería extensiva, principal actividad en la zona, ha dado lugar a la erosión de los suelos, provocando la creación de cárcavas de erosión y por último el embalse de Rincón del Bonete ha modificado la dinámica fluvial del río Negro y sus tributarios.

En la secuencias de fotos 1 al 6 se pueden observar paisajes características del área.

IV - 3. Formación San Gregorio-Tres Islas.

Los afloramientos de la Formación San Gregorio-Tres Islas son frecuentes fundamentalmente en la costa del río Negro y en las márgenes de los cursos de aguas.

El modelado fluvial y las características litológicas han organizado el paisaje geomórfológico en suaves ondulaciones de formas convexas, estas formas son dominantes en toda el área. Mientras que en la costa del río Negro y márgenes de algunas cañadas se desarrollan formas escalonadas dando lugar a terrazas de erosión que determinan escarpas verticales.

Los afloramientos se presentan a veces en grandes bloques redondeados, en otras (cuando se encuentran silicificados) se caracterizan por sus aristas y vértices, dando lugar a bloques angulosos; también ocurren losas de formas planas y algo convexas de tamaños variables.

Es frecuente encontrar diseminados en el campo grandes bloques de diversos tamaños entre 0,50 m a 3 m de largo, cuyas litologías más comunes son: granito, cuarcita y gneis. En las zonas donde no existen afloramientos la presencia de estos bloque pone en evidencia la existencia en el subsuelo de la Formación San Gregorio-Tres Islas.

De las descripciones de las muestras tomadas en el campo se llega a la conclusión que las litologías dominantes en la Formación San Gregorio-Tres Islas son: las areniscas muy finas a finas que constituyen el 78 %; existen además otras litologías menos frecuentes tales como: areniscas conglomerádicas (8 %), areniscas medias (6 %), tillitas (4 %), limolitas (1,4 %) y areniscas gruesas (o,6 %).

Las areniscas muy finas a finas se caracterizan por su buena selección (66 % de los datos considerados). Mineralógicamente compuestas por cuarzo y feldespato con algo de muscovita; los cementos dominantes son arcillosos y silíceos determinando el grado de tenacidad, este varía entre medianamente friable a tenaz (77 % de los datos considerados); de colores rosados, naranjas y rojizas.



La estratificación dominante es paralela a subparalela con superficies a veces ondulantes, y cruzada. Donde se pudo observar el buzamiento, este es subhorizontal.

Existen dos direcciones principales del diaclasado, la más manifiesta y constante es N 55 E a N 70 E, variando localmente a N 40 E; el otro sistema menos constante que el anterior tiene dos máximos uno entre N 30 a 45 W y otro entre N 10 a 20 W. Por último existe un sistema de importancia local alrededor de N 5 W. Las variaciones litológicas de la Formación San Gregorio-Tres Islas se pueden resumir en tres áreas:

- una zona de tillitas de matriz limo-arenosa de colores rojos a violáceos que se encuentran aproximadamente al Norte del Camino de acceso a Isla González.
- una zona central que incluye el área de la presa donde dominan las areniscas muy finas a finas de colores rosados a naranjas.
- una zona al sur y al oeste, de escasos afloramientos, donde predominan bloques sueltos de granito y cuarcita. Los pocos afloramientos observados corresponden a areniscas finas y tillitas.

Las características descriptas en este punto para la Formación San Gregorio-Tres Islas pueden observarse en la secuencia de fotos 7 - 32.

IV - 4. Diques basálticos.

El área estudiada, al centro-SW y en el extremo SW se encuentra recortada por dos diques basálticos que corren con dirección aproximadamente paralela, N 35-45 W.

Se trata de un basalto gris azulado oscuro a rojizo, de grano fino y textura porfídica a glomeroporfídica, a veces equigranular.

Ambos diques se hallan diaclasados en una dirección principal N 50-55 E que en general es perpendicular al rumbo; existe otra dirección secundaria paralela al rumbo y un tercer plano de diaclasado subhorizontal. El conjunto de estas diaclasas determina la formación de bloques y losas. Los planos que contienen a las dos primeras direcciones buzan prácticamente 90º.

Mientras que el alto grado de meteorización del DIQUE I impide la presencia de buenos afloramientos, condicionando su observación a la existencia de excavaciones, en el DIQUE II aparecen muy buenos afloramientos, que permiten la apreciación directa de las características de la roca.

La descripción detallada de estos diques puede verse en el punto VIII. 3.

Paisajes típicos de los diques pueden observarse en las fotos 33 y 34.

IV - 5. Formaciones Superficiales.

Las Formaciones Superficiales corresponden a litologías más modernas que se encuentran apoyadas sobre la Formación San Gregorio-Tres Islas.

5.1 - Areniscas

Los afloramientos de areniscas se dan en forma de barrancas acantiladas algunas de ellas de considerable altura, sobre el río Negro, en la península de Rincón de Alonso.

Se trata de una arenisca fina, bien seleccionada, con cemento arcilloso de estratificación paralela, friable de color naranja abigarrado en blanco (ver Fig. 2). Localmente la arenisca se vuelve arcillosa, a veces limosa con gravilla y gravas, asociadas a dos niveles de cantos de calcedonia, ágata, cuarzo, areniscas y cuarcitas.

Posiblemente estas mismas areniscas finas algo arcillosas sean las mismas que afloran en una gran cárcava de erosión al Noreste del arenal principal (arenal 1).

Las areniscas se han observado fundamentalmente en la margen derecha del río Negro formando en parte una costa acantilada por lo que se ha podido observar se van hundiendo hacia el noroeste, y en el Norte del área desaparecen bajo las arenas sueltas. (ver figura 3 y 4)

El nivel del Embalse de Bonete cuando está alto dificulta localmente la observación no permitiendo que las areniscas afloren.

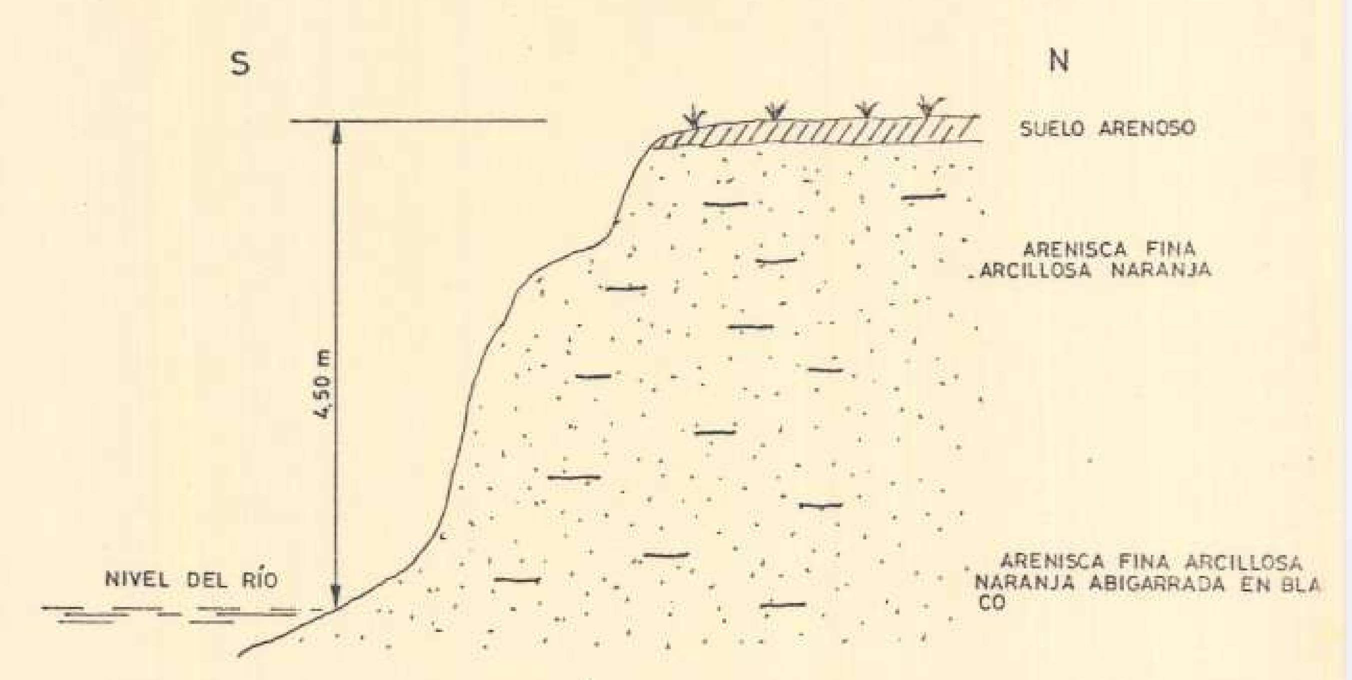


Figura 2. Perfil esquemático de la barranca de arenisca.

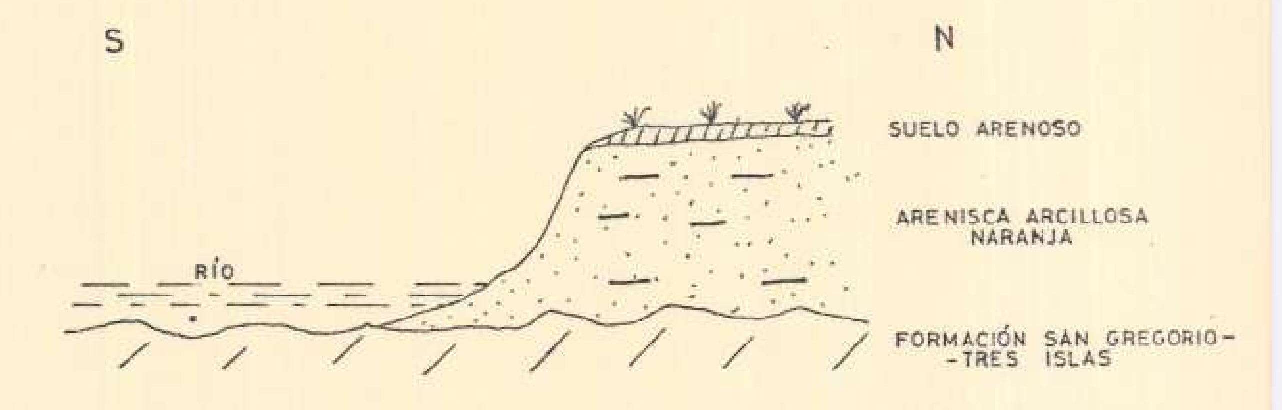


Figura 3. Corte esquemático de la arenisca.

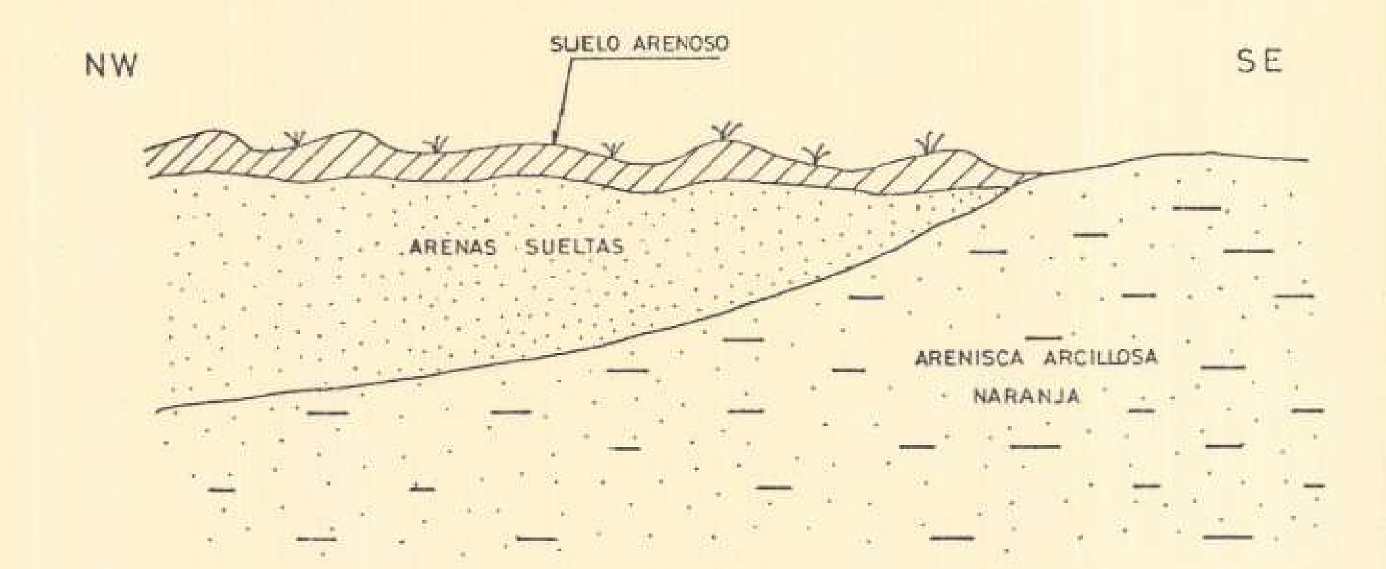


Figura 4. Corte esquemático de la arenisca.

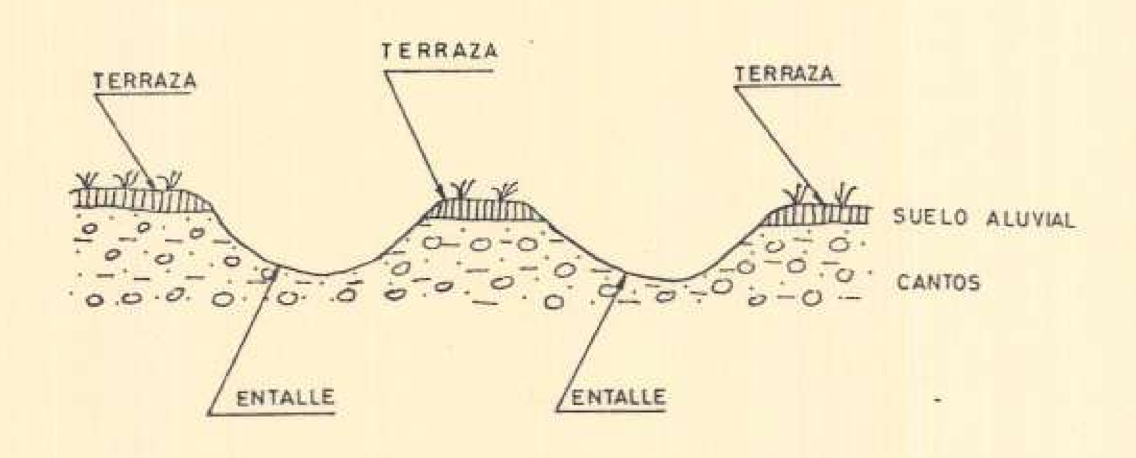


Figura 5. Corte esquemático de una planicie aluvial.

Como lo indican los niveles de cantos que se encuentran interdigitados con la arenisca, estos depósitos posiblemente tienen un origen fluvial.

Una exposición de las areniscas se puede observar en las fotos 44 - 52.

5.2 - Cantos.

Importantes niveles de cantos muy localizados se observan en algunos puntos de área.

Las acumulaciones de cantos se caracterizan por presentarse en el paisaje formando parte de las planicies aluviales de los arroyos o en forma de terrazas sobre el río Negro, (ver Fig. 5).

Litológicamente los cantos son de cuarzo, ágata, calcedonia, cuarcita y areniscas, estos se encuentran bien redondeados con un tamaño promedio de 5cm de largo aunque llegan a tener tamaños muchos mayores.



No se ha podido constatar la potencia de estas acumulaciones, aunque se han observado trincheras de más de 0,80m de profundidad.



Los niveles de cantos se observan en las fotos 53 - 56.

5.3 - Arenas

Las arenas ocupan extensas zonas de área, forman grandes acumulaciones que alcanzan considerables alturas y muestran un transporte importante. (ver carta V).

Una gran parte de estos depósitos se encuentran estabilizados por la vegetación natural y especialmente artificial. Donde se encuentran estabilizados, los médanos presentan una edafización con aporte de materia orgánica, lo que da una coloración pardo clara a las arenas.

Se observan tres tipos de médanos:

- médano fijo por la vegetación artifical que ya no evoluciona, de formas ondulantes.
- médanos degradados por la vegetación de pradera, sin evolución, donde las formas son menos características dando suaves ondulaciones de escasa altura.
- médanos vivos, que aún evolucionan a consecuencia de los vientos y alcanzan las mayores alturas. Las formas de estas acumulaciones son algo arbitrarias, se destacan formas redondeadas con-

vexas; entre estas aparecen cubetas de deflacción.

Litológicamente las arenas son: finas, de buena selección, cuarzosas, sueltas y de colores blancuzcos a veces amarillentos, estas características salvo el color se mantienen en profundidad. (ver punto VII-1).

Estas acumulaciones de arena pueden observarse en las fotos 57 - 67.

5.4 - Aluviones.

Los depósitos aluvionales se presentan en forma de planicies de dimensiones variables, estas se encuentran entalladas por los cursos de agua que las están erosionando. Se observa claramente un sistema de terrazas que en algunos lugares puede llegar a dos.

Los aluviones mejor estudiados fueron los del arroyo Malo al Norte del río Negro y los del arroyo Serandí al Sur.

El arroyo Malo entalló un valle asimétrico, en su margen izquierda, se desarrolla una planicie la cual se encuentra frecuentemente inundada, originando extensos bañados; mientras que en la margen derecha la planicie presenta una pequeña pendiente. De acuerdo a los sondeos realizados en esta, se deducen dos sistemas de terrazas que no se pueden determinar facilmente con observaciones de campo (ver punto VII-2.)

Las litologías más características son: arcillas negras que se encuentran edafizadas en la parte superior, limos grises, limos naranjas y más profundamente arenas, totalizando potencias de alrededor de 3 metros.

La planicie del Arroyo Serandí es más desarrollada en su margen derecha donde ocurren pajonales y bañados. Los sondeos se efectuaron en la margen izquierda donde se describen las siguientes litologías: en su parte superior arenas, posteriormente arcillas y arenas finas en su parte basal. La potencia desarrollada es de aproximadamente de 2 a 3 metros.

El resto de los aluviones es de menor importancia pudiéndose observar en las márgenes de las cañadas. En general las litologías dominantes son: arcillas y limos arcillosos de mala selección con arena, gravillas, gravas y localmente cantos; friables, masivas, y de colores variables entre gris, marrón y beige,

siendo su potencia de alrededor de 1 metro.

Las planicies aluviales y sus litologías se muestran en las fotos 69 - 80.

V - GEOLOGIA DEL AREA DE LA PRESA
(Carta geológica a escala 1:10.000)

V - 1. Características generales.

La ubicación del área de la presa se presenta en la carta II.

El sustrato del área de la presa está constituído al igual que en el resto de la zona por la Formación San Gregorio-Tres Islas, que se presenta muy homogénea predominando las areniscas finas y muy finas, bien seleccionadas, de cemento arcilloso, medianamente friables de color naranja a rosado. Estas areniscas se encuentran en parte cubiertas por potentes depósitos de arenas.

Geomorfológicamente se pueden distinguir dos zonas bien diferenciadas: la zona de relieve suavemente ondulado de lomas convexas en el norte y oeste del área y la zona del arenal donde aparecen médanos vivos y fijos por la vegetación artificial.

El drenaje del arenal es de forma radial predominando los cursos de agua intermitentes sin cauce definido, pertenecen en su mayoría a los desagües de las aguas pluviales que se infiltran en el mismo. Los cursos permanentes son escasos y poco importantes, su cauce aparece entallado, en los sedimentos aluviales en las areniscas de la Formación San Gregorio-Tres Islas.

Los suelos que se encuentran sobre la Formación San Gregorio-Tres Islas son los brunosoles, mientras que en la zona del arenal dominan los arenosoles.

La pradera se desarrolla en la zona de relieve ondulado mientras que el monte fluvial muy escaso, se extiende en la costa del río Negro; también existe otro tipo de asociación vegetal que corresponde a los arenales.

El relieve típico del área de la presa puede observarse en las fotos 1 - 5.

V - 2. Formación San Gregorio-Tres Islas

La Formación San Gregorio-Tres Islas constituye el substrato del área, los afloramientos son poco numerosos, aunque fre-



Figura 6. Corte esquemático de las terrazas de la Formación San Gregorio - Tres Islas, al Noroeste del área.

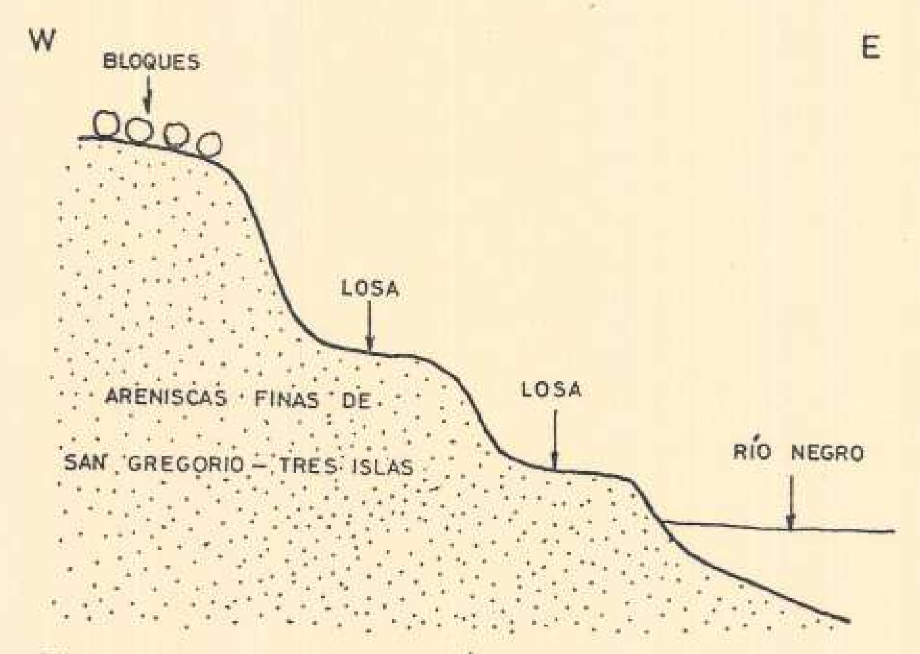


Figura 7. Corte esquemático de las terrazas de la Formación San Gregorio - Tres Islas, al oeste del área.

cuentes en las escarpas de río Negro donde se encuentran sus mejo res exposiciones. Dicha Formación determinó junto con el modelado fluvial, un relieve de suaves ondulaciones de formas convexas, como se observa en la zona Norte y Oeste; mientras que en las márgenes del río Negro, aparecen escarpas con paredes a veces verticales, dando lugar a un sistema de tres a cuatro terrazas, como en la zona oeste y noroeste. (ver figuras 6 y 7)

La forma de los afloramientos se presenta en bloques más o menos redondeados, losas planas y losas algo convexas. En los casos que exista silicificación superficial los bloques adquieren formas de relieve seudokársticas con oquedades y salientes en aristas provocadas por una erosión diferencial.

En el 91 % de los afloramientos descriptos la litología dominante es una arenisca muy fina a fina de selección buena, cuarzo-feldespática con algo de muscovita, de cemento arcilloso, friable a medianamente friable de colores naranja, rosado, en tonos variables. Otras litologías menos significativas son las areniscas medias (6 %) y las areniscas gruesas (3 %).

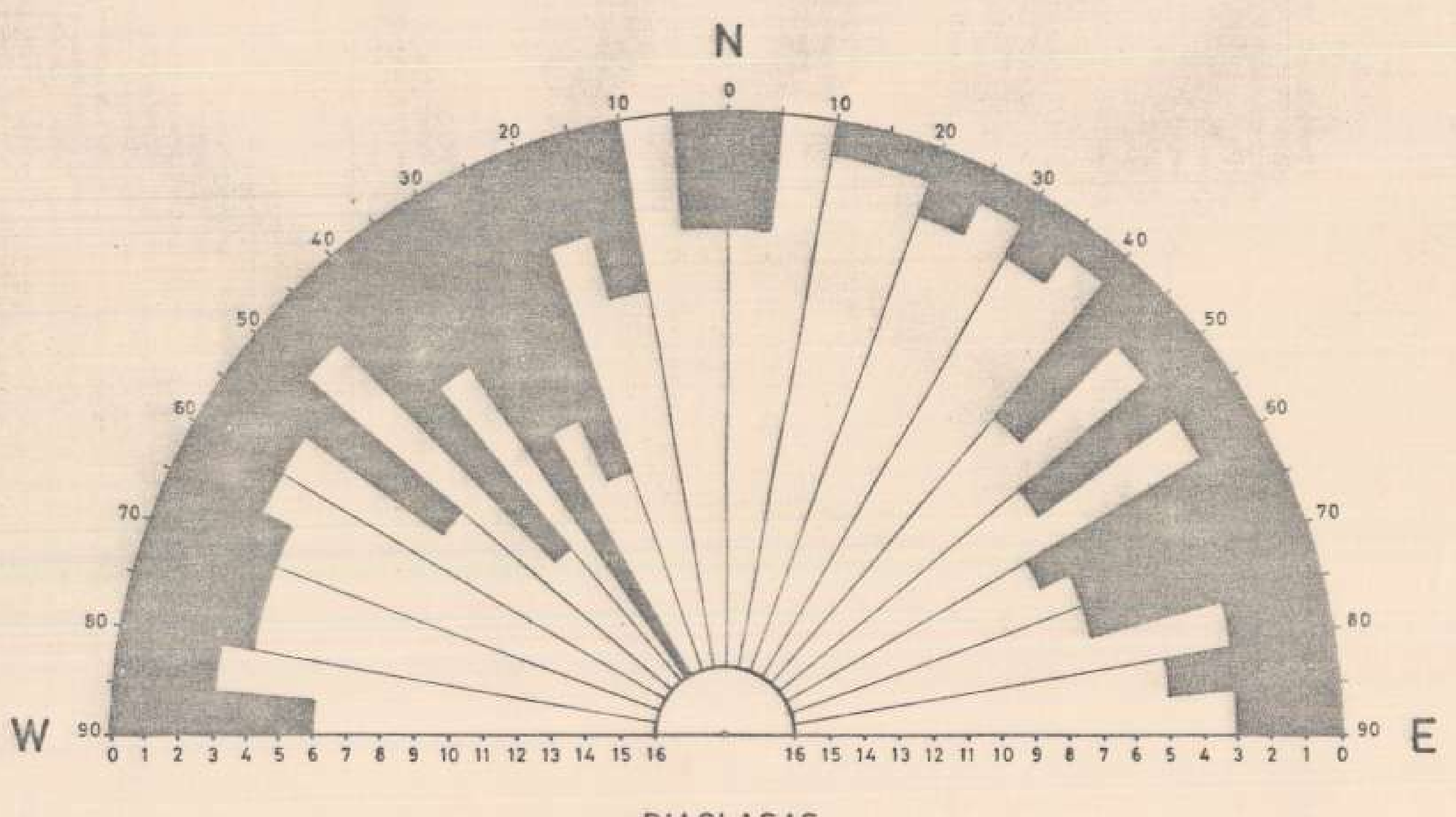
La estratificación es variable, presentándose paralela a subparalela, cruzada y a veces con superficies ondulantes, esto se observa claramente en los afloramientos, cosa que no ocurre siempre en las muestras de mano. El buzamiento es subhorizontal donde se pudo observar.

Las areniscas se encuentran diaclasadas observándose por lo menos dos sistemas de diaclasas casi perpendiculares entre sí y frecuentemente un tercer sistema oblicuo a los anteriores. (ver fig. 8).

El diagrama muestra dos áreas de máxima concentración de diaclasas: N 20 - 45 W y otra N 60 - 75 E. La primera con un pico bien manifiesto entre 30 a 35º y otro menor de 40 a 45º. La segunda más homogénea y con una dirección predominante de 60º a 65º. Hay además otros picos menores, N 40 a 45 E, N 50 a 55 E y E - W.

La amplia distribución del diaclasado responde a que en el diagrama se incluyen, con el fin de lograr una mayor representatividad, todas las medidas de campo: principales y secunda-

DIAGRAMA DE FRECUENCIA DE DIACLASAS DEL ÁREA DE LA PRESA



REFERIDO AL FOTOÍNDICE "SANTA CLARA"
FOTOS: 180-089 y 090

Figura 8

rias.

El número de diaclasas/metro es del orden de 3 a 4 para el diaclasado principal y de 2 a 3,5 diaclasa/metro para el secundario.

Algunos afloramientos de la Formación San Gregorio-Tres Islas se muestran en las fotos 7 - 14 y 23.

V - 3. Formaciones Superficiales.

Recubriendo la Formación San Gregorio-Tres Islas aparecen sedimentos modernos, bastante potentes tales como: areniscas, arenas, cantos, arcillas, etc.

3.1 - Areniscas.

En la costa cuando el nivel del Embalse de Bonete está bajo se observa una arenisca arcillosa fina bien seleccionada cuarzo-feldespática de cemento arcilloso, muy friable, de color naranja abigarrada en blanco. Estas areniscas se encuentran cubiertas por arenas sueltas, debido a ello sus afloramientos son muy escasos. (ver foto 51)

3.2 - Cantos.

Potentes acumulaciones de cantos rodados aparecen cubriendo la Formación San Gregorio-Tres Islas en las terrazas de la zona Oeste. Litológicamente los cantos están constituídos por calcedonia, ágatas, cuarzo y más raramente cuarcitas y areniscas. Dichos cantos se presentan muy redondeados con un tamaño promedio de unos 5 cm de diámetro. (ver foto 56)

3.3 - Arenas.

El área de la presa está cubierta por grandes extensiones de arenas, existen dos arenales: uno en la margen derecha del río que constituye el mayor de la zona y otro en la margen izquierda. Se destaca en el primero un gran monte de pino que lo ha fijado hace alrededor de 30 años, modificando las condiciones naturales.

Se reiteran las mismas características ya descriptas en el punto IV - 5.3: grandes acumulaciones de arenas de formas redondeadas con cubetas de deflacción, tres tipos de médanos, los fijos por el monte de pino, los degradados por la vegetación de pradera y los vivos; y litologías finas de arenas bien seleccion



Figura 9. Perfil esquemático de la barranca en el arenal de la margen derecha.



Figura 10. Perfil esquemático del arenal de la margen izquierda. (Punto 73)

das sueltas de colores blancuzcos a amarillentos.

Un corte del arenal se ha podido observar en las barrancas de la costa sobre el río Negro, donde se describen 5 metros ± de arenas finas cuarzosas muy bien seleccionadas, sueltas, con estratificación paralela y de colores variables desde la base a la cima.

Los indicios de campo parecen indicar que los depósitos de arenas son de origen fluvial y que posteriormente fueron removidos en superficie por el viento, originando acumulaciones de arenas eólicas. (ver Fig 9 y 10).

Los arenales del área de la presa se ven en las fotos 58, 59, 64, 65.

3.4 - Aluviones.

Los depósitos aluviales son escasos y muy localizados, litológicamente están constituídos por rocas arcillo-limosas, mal seleccionadas, a veces con cantos de 2 a 5 cm, hasta 10 cm de diámetro, friables, de colores pardo a naranja.

V - 4. Corte Geológico: Perfil I.

En base a:
- datos de campo obtenidos en el presente relevamiento.
- descripciones y partes de perforaciones realizadas por el IGU en 1929.
- observación de testigos parciales de las mencionadas perforaciones.

se realizó el siguiente perfil (fig. 11) que en forma general resume las características geológicas del área.

El mismo muestra de la cima a la base la siguiente sucesión litoestratigráfica:

- arenas con una potencia aproximada de 5 m.
- arcilla arenosa con una potencia aproximada de 10 m.
- Formación San Gregorio-Tres Islas con una potencia máxima de aproximadamente 3,5 m, constituída por areniscas finas, areniscas conglomerádicas y tillitas.
- Formación Cordobés, constituída por silti-

tos, lutitas y calizas.

IV - GEOLOGIA DE LAS AREAS QUE SE INSINUAN COMO POSIBLES COMUNICACIONES ENTRE EL LAGO Y LA RESTITUCION EN EL RIO.

Los afloramientos existentes en las áreas donde se insinuan posibles comunicaciones entre el lago y la restitución en el río, corresponden a la Formación San Gregorio-Tres Islas que presenta características algo diferentes entre la zona Norte y la zona Sur; presentando además en la zona sur un dique basáltico.

En el Norte el área corresponde a la zona donde se encuentra la Cuchilla de Santo Domingo, por esta pasa el camino (único acceso por el Norte a Isla González). De los afloramientos observados se ha podido constatar litológías variables predominando las areniscas conglomerádicas y las tillitas de matriz limo-arcillosa, de colores rojizos. Al Noroeste en la cuchilla de Santo Domingo en el cerro Vichadero, afloran areniscas muy finas a finas, de cemento silíceo bastante tenaces; que originan un relieve muy particular.

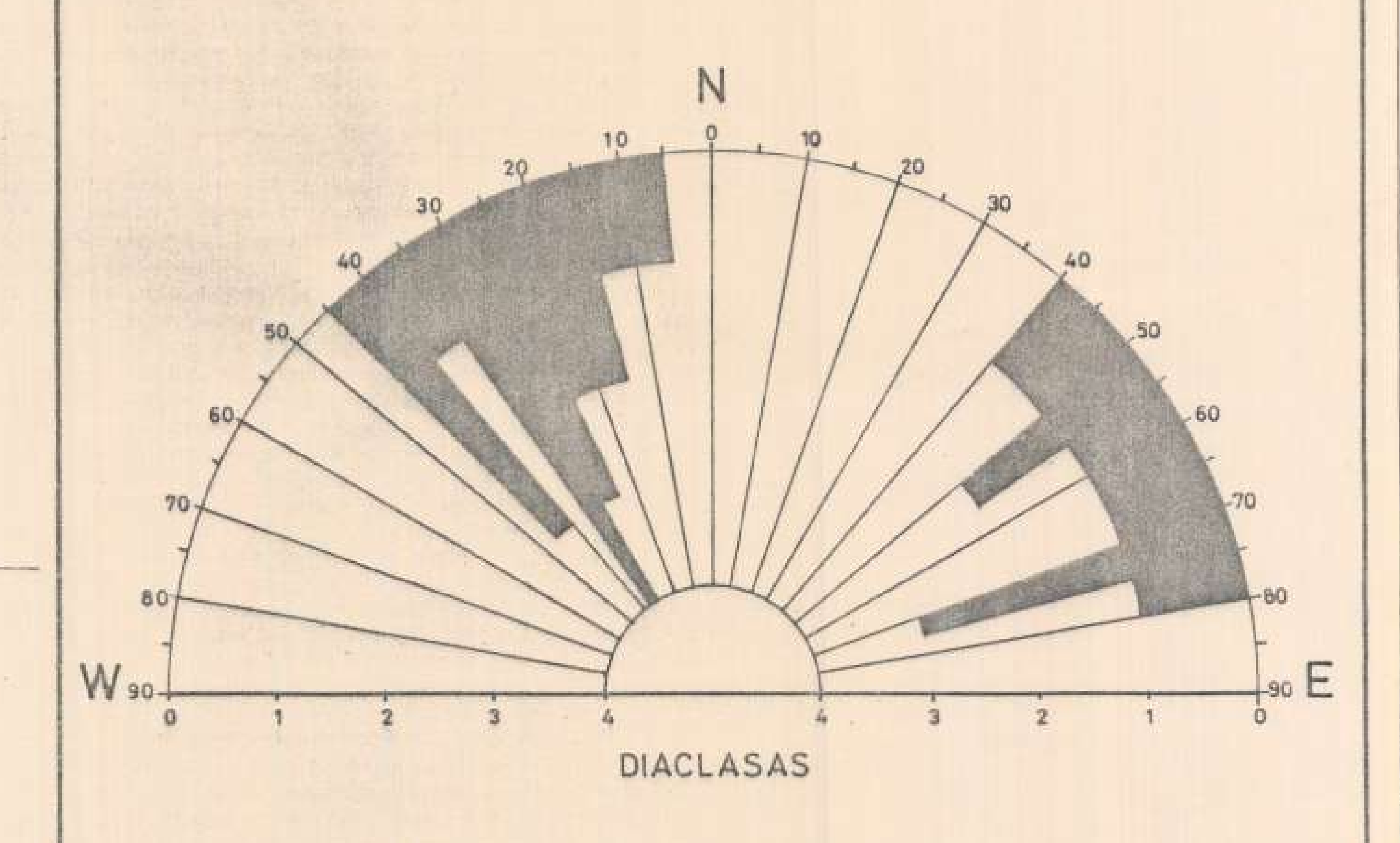
En el Sur el área es recorrida por un camino que termina en el Rincón de González. Las litologías dominantes de la Formación San Gregorio-Tres Islas son las areniscas muy finas a finas medianamente friables a veces algo silicificadas, determinando esto una mayor tenacidad.

Al Sur de esta zona aflora el dique de basalto de grano fino, algo alterado y muy diaclasado, que sigue la divisoria de agua con un rumbo aproximado de N 20 a 30 W.

Como muestra el diagrama de frecuencias de diaclasas de la Formación San Gregorio-Tres Islas (ver Fig. 12), hay dos zonas bien localizadas de máxima concentración: N 5 a 45 W y N 40 a 80E con tres picos máximos N 30 a 35 W, N 40 a 45 W y N 70 a 75 W. El diaclasado en superficie presenta separaciones que varían entre 1 diaclasa/5 m y 15 diaclasa/m.

El diaclasado del basalto corresponde a dos direcciones perpendicualres entre sí, N 70 a 50 E y N 35 W que determinan separaciones de 1 cm a 8 cm perpendiculares al rumbo del dique y separaciones de 5 cm a 20 cm paralelas al rumbo.

DIAGRAMA DE FRECUENCIA DE DIACLASAS DE LAS ÁREAS QUE SE INSINUAN COMO POSIBLES COMUNICACIONES ENTRE EL LAGO Y LA RESTITUCIÓN EN EL RÍO



REFERIDO AL FOTOÍNDICE "SANTA CLARA"

FOTO:

180 - 087
180 - 039
176 - 138
138 - 017 al 019
178 - 032
180 - 093
180 - 091
180 - 036
180 - 033

Figura 12

VII - MATERIALES.

VII - 1. Arenas.

1.1 - Ubicación y descripción de los arenales.

La determinación de áreas para el estudio de arenas en búsqueda de áridos finos para hormigón fue realizada en forma primaria por fotogeología. El relevamiento preliminar y los antecedentes sobre el área indicaron que probablemente la estructura y composición de los arenales que se encuentran asociados al curso del Río Negro son semejantes, por lo que se eligió para el estudio detallado y muestreo a aquellos situados más cerca de los perfiles planteados para la futura presa. (ver carta II) Uno (el mayor) en la margen derecha al que denominaremos en adelante, Arenal 1 y otro en la margen izquierda que en adelante denominaremos, Arenal 2.

El relevamiento se realizó con el Lago de Rincón del Bonete entre las cotas 79,73m y 80,27m aproximadamente, quedando fuera del estudio las arenas del cauce o inundadas.

Del relevamiento geológico realizado se desprende que los arenales pueden dividirse en dos grandes unidades, cartografiadas por separado en la correspondiente Carta de Arenas a escala 1:20.000. (ver carta V) Estas son; médanos vivos en los que actúa hoy por hoy la dinámica eólica, y médanos fijos que se hallan cubiertos en su mayoría por bosque artificial (fundamentalmente de pino) y también por pradera.

1.2 - Arenal 1.

1.2.1 - Generalidades.

El Arenal 1 se encuentra ubicado en Rincón de Alonso, en la margen derecha del río. Constituye una gran extensión (aproximadamente 500 hás) de arena, cubierta al Norte y el Este por pradera y en el resto por monte de pinos y médanos vivos.

El estudio en búsqueda de áridos finos para hormigón se centró en aquellas áreas en que puede esperarse un menor contenido de arcilla y de humus, esto es en el monte de pinos y en los médanos vivos.

El relevamiento de superficie y de las barrancas en la costa muestra que las arenas son generalmente finas, de selección muy buena, poco arcillosas, presentándose fundamentalmente tres niveles que fueron confirmados por los sondeos. El perfil de las barrancas se muestra en el punto V.33 fig. 9. En las fotos 57 - 67 se muestran las características del arenal 1.

1.2.2 - Descripción de los sondeos y perfiles.

El Plan de Sondeos se elaboró en base a los datos obtenidos en el relevamiento de campo.

Se realizaron con taladro manual cinco sondeos que se describen líneas abajo y se presentan en la fig. 13.

Dada la proximidad de una napa de agua, que en algunos casos impidió la continuación de los trabajos de perforación, se decidió tomar en la fecha la cota del nivel del embalse en C.H. "Dr. Gabriel Terra" simbolizada como N.E.G.T. Para tener un elemento de referencia se solicitó la nivelación de la boca de los pozos, que fue efectuada por el Ing. Agrim. E. Lagarmilla.

SONDEO 1/ 180 - 089

- COTA = 108,19 m N.E.G.T.:79,03 FECHA 30/9/82

0 - 0,30m	- Arena **marrón, clara** con algo de arcilla, cuarzosa, seca.
0,30 a 0,60	- Arena muy fina voladora, mojada, color naranja.
0,60 a 0,73	- Igual, más clara. <u>Muestra P1 M1/30.</u>
0,62	- Nivel humedo.
0,73 a 1,48	- Igual
1,48 a 1,59	- Igual, con cantos de cuarzo de 1mm
1,59 a 1,64	- Igual, con óxido de Fe de 1 mm, muy escasos, con cantos aislados.
1,64 a 1,69	- Arena más seca, fina. <u>Napa de agua.</u>
1,69 a 1,73	- Arena fina, con cantos.
1,73 a 1,76	- Igual con nódulos de óxido de Fe, pero en poca cantidad.
1,76 a 1,81	- Pequeña napa de agua, influye menos en el color Siempre arena fina.
1,81 a 1,82	- No parece contener arcilla. Arena de color claro La arena es un poco más gruesa, pero siempre los cantos submilimétricos. Muchos de los cantos son bien redondeados.
1,82 a 2,03	- Igual. Napa de agua. <u>Muestra P1 M2/30</u>
2,03 a 2,24	- Trazas de nódulos, igual.

¿nódulos? son mas bien clastos (1.)

(1) se trata de granos mayores que una arena gruesa

verificar

¿quiere decir grano?

M. Mandia 15/8/83

SONDEO 2/ 100 - 089

- COTA = 84,45m N.E.G.T.:79,03 FECHA 30/9/82

0,.- a 0,46m - Arena muy fina, cuarzosa, con algo de tierra vegetal y raíces de pino, color naranja.

0,46 a 0,60 - La misma arena, un poco más clara y limpia, pero siempre con algo de arcilla.

0,60 a 1,04 - Igual, más clara, pero con algo de arcilla y algunas raíces.

1,04 a 1,32 - La arena aquí es más húmeda y naranja como en la barranca.

1,32 a 1,91 - Arena fina más clara.
Al final napa de agua.

SONDEO 4/ 180 - 089

- COTA =93,80 N.E.S.T.:79,03 FECHA 30/9/82

0, - a 0,30m	- Arena fina marrón.
0,30 a 0,98	- Arena fina, con algo de color naranja, oxidada. Muestra P4 M1/30
0,98 a 1,20	- Arena fina no oxidada, más clara.
1,20 a 1,60	- Arena muy fina, casi blanca.
1,60 a 1,84	- Arena fina con nódulos negros del mismo tamaño de grano que la arena.
1,84 a 1,99	- Arena fina muy blanca. Muestra P4 M2/30
1,99 a 2,14	- Arena fina, blanca, cuarzosa con algunos pequeños nódulos negros.
2,14 a 2,29	- La misma, muy blanca.
2,29	- Pequeños nodulitos negros.
2,29 a 2,81	- Arena fina, con pátinas amarillas de limonita y algo húmeda.
2,81 a 2,91	- Arena más fina, algo arcillosa, más abigarrada, con color naranja.
2,91 a 2,99	- Arena arcillosa fina, color amarillo. Muestra P4 M3/30
2,99 a 3,35	- Lo mismo.
3,35 a 3,53	- Un poco más arenosa, más fina con agua, y con arcilla. En esta muestra será importante el contenido de arcilla. Muestra P4 M4/30

¿? ¿? ¿?

SONDEO 6/ 180 - 089

- COTA =93,80 N.E.G.T.: 79,03 FECHA 30/9/82

0 - 0,60m	- Arena fina marrón naranja con algo de arcilla. Tapiz vegetal, suelta.
0,60 a 0,76	- Raíces de pino. Venillas oxidadas, tal vez por las raíces.
0,76 a 0,87	- Arena fina, más clara.
0,87 a 1,00	- Lo mismo, más clara. Muestra P6 M1/30
1,00 a 1,20	- Arena fina clara.
1.20 a 1,56	- Lo mismo. Hay siempre un leve aumento de tamaño de grano en delgados niveles, pero siempre dentro de variaciones de arena fina.
1,56 a 1,66	- Raíces de pino que dan pátinas naranja a la arena clara.
1,66 a 1,80	- Arena fina clara con pátinas naranjas.
1,80 a 1,99	- Arena fina completamente naranja. Muestra P6 M2/30
1,99 a 2,34	- Lo mismo.
2,34 a 2,43	- Arena fina color pardo, más lavada. Nódulos aislados de óxido de hierro.
2,43 a 2,73	- Más lavada, de color más claro.
2,73 a 2,75	- Arena fina, con algún nódulo de óxido de hierro.
2,75 a 3,00	- Al final nódulos alargados, naranjas de óxido de hierro de 3 mm de longitud. Napa de agua.

Muestra P6 M3/30

SONDEO 19/ 180 - 089

- COTA = 101,40m N.E.G.T. 79,03 FECHA 30/9/82

0 - 0,35m	- Arena marrón claro, con algo de arcilla. Voladora.
0,30 a 0,82	- Arena muy fina, cuarzosa, de color claro. Voladora.
0,82 a 0,98	- Lo mismo, pero color más claro y presencia de nódulos de óxido de hierro.
0,98 a 1,02	- Aumenta la cantidad de nódulos. Napa de agua. Muestra P19 M1/30
1,02 a 1,27	- Igual
1,27 a 1,36	- Arena fina, algo arcillosa bajo agua.

En base a estos sondeos se intentó la realización de un perfil geológico que se presenta en la fig. Nº- 14 y que confirma las observaciones realizadas.

De los sondeos y los perfiles de barranca descriptos se llega al siguiente esquema general para el Arenal I:

- un nivel superior de arena fina bien seleccionada, cuarzosa, de color marrón, con humus y raíces, con una potencia variable entre 10 y 30cm. Este nivel no se presenta en los médanos vivos.
- un nivel de arena fina bien seleccionada, cuarzosa, de color naranja, con bajo contenido de arcilla, con una potencia máxima de 2 m y promedio de aproximadamente 1,20m.
- un nivel de arena fina bien seleccionada, cuarzosa, de color blanquecino, con bajo contenido de arcilla, con una potencia que no siempre se pudo determinar pero que llegó en algunos casos a 1,50m.
- un nivel inferior impermeable determinado por un aumento en el contenido de arcilla, cuya presencia determina siempre la aparición de la napa freática.

El tercer nivel no siempre está presente pudiéndose encontrar el nivel naranja directamente en contacto con el nivel impermeable.

La aparición de la napa de agua impidió la continuación de los sondeos por lo cual no pudo determinarse la sucesión más allá del nivel impermeable.

1.2.3 - Resultados de los ensayos de laboratorio.

De los sondeos se seleccionaron muestras a fin de realizarles ensayos de granulometría total. Estos fueron realizados en el Departamento de Suelos de la Facultad de Ingeniería. Sus resultados se exponen a continuación.

(mallas/pulgada)

% que pasa el tamiz

Muestra	10	16	30	40	50	80	100	200
P1M1/30	100	100	99,8	98	85	30	14	1
P1M2/30	100	99,9	98,5	94,5	80	32	15	1
P4M1/30	100	99,9	99,7	95	81	34	21	0,5
P4M2/30	100	99,8	99,6	95	80	28	14	0,5
P4M3/30	100	99,8	99,0	94,8	82,5	34	19	2,8
P4M4/30	100	100	99,8	97	88	40	21,5	3,4
P6M1/30	100	100	99,9	95	83	33	17	1,2
P6M2/30	100	99,8	99	95	84	34	16	0,5
P6M3/30	100	99,9	99	95	94	34	16	0,4

De los resultados obtenidos puede verse que se trata de arenas finas, siempre de tamaño de grano inferior a 2 milímetros, correspondiendo un Md = 0,22.

Si tomamos Q_3 = 0,28 y Q_1 = 0,17 resulta un S_o de 1,2; donde:

¡!

Q_3: ∅ que deja pasar el 75%
Q_1: ∅ que deja pasar el 25%

Siendo S_o, el coeficiente de clasificación. El valor obtenido de S_o indica que la arena tiene excelente selección.

En cuanto al porcentaje que pasa el tamiz 200, granulometría inferior a 74 micras, constituída por fracción limo y arcilla, se encuentra dentro de los límites tolerables por la norma UNIT 84 - 52, excepto la muestra P4M4/30, que es aceptable solamente en ciertas condiciones.

La clasificación para estas arenas se expresa como sigue:

ver norma Unit

Muestra	S.U.	AASTHO	Indice de grupo	Observación
P1M1/30	SP	A-3	0	Suelo no plástico
P1M2/30	SP	A-3	0	Suelo no plástico
P4M1/30	SP	A-3	0	" " "
P4M2/30	SP	A-3	0	" " "
P4M3/30	SP	A-3	0	" " "
P4M4/30	SP	A-3	0	" " "
P6M1/30	SP	A-3	0	" " "
P6M2/30	SP	A-3	0	" " "
P6M3/30	SP	A-3	0	" " "

Que el coeficiente de uniformidad $\frac{D_{60}}{D_{10}} = 2,0$ sea menor a 6, indica que el suelo resulta un SP.

¿?

1.2.4 - Estimación de reservas.

El área cubierta por el bosque no se considera apta para explotar. Las áreas de médanos no se pueden evaluar porque la napa freática impidió continuar los sondeos con la tecnología seguida. El perfil de la figura Nº14 es ilustrativo al respecto, ya que muestra que la profundidad de las perforaciones realizadas no alcanza para deducir estructuras geológicas.

De todas formas el volúmen de arena existente excedería ampliamente los requerimientos planteados.

1.2.5 - Conclusiones.

No se pueden sacar conclusiones sobre la estructura debido a que fue imperioso detener los pozos al aparecer la napa freática y no fue posible hacerlos de la profundidad suficiente como para que sean correlacionables. Es así que el promedio de los sondeos es de 2m 50 de profundidad y que los desniveles entre las cotas de las bocas de los pozos llegan a valores cercanos a los 15 metros por lo que no es posible construir un perfil continuo, ya que no se pueden extender lateralmente con seguridad ninguna de las unidades arenosas que fueron identificadas.

1.3 - Arenal 2.

1.3.1 - Generalidades.

Está ubicado en la margen izquierda del Río Negro, en la zona de los perfiles de la futura presa. Como antecedente geológico para esta área, es válido el perfil que se presenta en la figura Nº10 del punto V - 3.3 donde se repite la secuencia encontrada en Rincón de Alonso, Arenal 1, al norte del río Negro.

De acuerdo con ello se realizó un pequeño plan de sondeos con el criterio de definir las diversas unidades que fueron observadas en superficie y que ya habían sido definidas en las demás áreas cubiertas por arena. Como se verá luego, los sondeos siempre han debido detenerse a nivel de la napa de agua.

Esta zona está muy poco cubierta por árboles, salvo ejemplares naturales aislados, que fundamentalmente rodean la zona de los médanos vivos en la parte que se alejan de la costa y se juntan con los médanos de pradera; no afectarían mayormente la extracción eventual de estas arenas.

1.3.2 - Descripción de los sondeos y perfiles.

Se realizaron 4 sondeos con taladro manual que se describen a continuación.

En este caso no se realizó determinación de cota de la boca de los pozos por tratarse nada más que de trabajos preliminares de reconocimiento en un área pequeña que interesaba más por sus características geotécnicas que por su aptitud como material de construcción.

Como se verá, la napa de agua será la que escurre por sobre las arenas arcillosas que forman la base de la barranca.

En la figura Nº15 pueden observarse los resultados de las litológías encontradas en estos sondeos.

SONDEOS EN EL ARENAL 2 AL SUR DEL RÍO NEGRO

SONDEO 20/180-089

SONDEO 21/180 089

SONDEO 22/180 089

SONDEO 23/180 089

0m

1m

2m

P20 M1/11

P20 M2/11

P21 M1/11

P21 M2/11

P 22 M1/11

P 22 M2/11

P 23 M1/11

REFERENCIAS

ARENA FINA

ARCILLA

NAPA DE AGUA

NÓDULOS NEGROS

VEGETACIÓN

P2 M1 MUESTRA

-EL COLOR REPRESENTA ESQUEMATICAMENTE AL DEL MATERIAL ORIGINAL

Figura 15

SONDEO Nº20/ 180 - 089

FECHA 11/11/82

0 - 1,00m - Arena fina marrón. Muestra P20M1/11
1,00 a 1,95 - Igual, cuarzosa siempre, más clara.
1,95 a 2,20 - Igual. Napa de agua
Muestra P20M2/11

SONDEO Nº21/ 180 - 089

FECHA 11/11/82

0 - 0,30m	- Arena fina cuarzosa, con raíces, marrón. Con trazos de arcilla.
0,30 a 1,00	- Igual. Más limpia. Muestra P21M1/11
1,00 a 1,75	- Arena calra, con arcilla y algo de limo rosado. Muestra P21M2/11

¿ ¿clara? Sí

SONDEO Nº22/ 180 - 089

FECHA 11/11/82

0 - 1,20m	- Arena fina cuarzosa, marrón. Final del tapiz vege tal. Muestra P22M1/11
1,20 a 1,30	- La arena se vuelve más amarilla Presenta algunos nódulos. Muestra P22M2/11

SONDEO Nº23/ 180 - 089

FECHA 11/11/82

0 - 0,30m	- Arena con tapíz vegetal.
0,30 a 0,60	- Lo mismo.
0,60 a 0,90	- Arena blanca, no tan fina.
0,90 a 1,70	- Arena fina, tal vez con algo de arcilla. Retrabajada, con cantos. Napa de agua.
1,70	- Arena arcillosa naranja, gris. Muestra P23M1/11

1.3.3 - Resultados de los ensayos de laboratorio.

Los análisis granulométricos se presentan en la tabla que sigue y corresponden a muestras que se separaron como tipo característico de los hallados en los sondeos del área.

% que pasa el tamiz

mallas/pulgada

Muestra	30	40	50	80	100	200
P20M1/11	100	97	87	40	24	5
P20M2/11	100	98	92	50	27	4,5
P21/M1/11	100	99	97	65,5	44,5	12,5
P21M2/11	100	98	97,5	68,5	46,5	12

En cuanto a la clasificación de suelo se obtuvieron los siguientes resultados:

Muestra	SU	AASTHO	Indice de grupo	Observación
P20M1/11	SP	A-3	0	Suelo no plástico
P20M2/11	SP	A-3	0	Suelo no plástico
P21M1/11	SM-SP	A-2-4	0	" " "
P21M2/11	SM	A-2-4	0	" " "

1.3.4 - Conclusiones.

Los resultados de estos análisis concuerdan bien con los datos de campo y puede observarse que en general se trata de arenas con alto contenido de arcilla que no serían aptas para su uso como áridos para hormigón, por lo que no se consideró estudiar otros parámetros.

1.4 - Recomendacions.

Como pudo obtenerse de los resultados analíticos, en el área no se encontró nada más que arena de granulometría fina; pero con ciertas características que las vuelven tolerables para ser empleadas en una mezcla de áridos para hormigón.

De los sondeos realizados no puede deducirse la estructura geológica de la arenas por lo que sería necesario efectuar

dos sondeos que atravesaran los médanos y las arenas subyacentes, alcanzando una profundidad aproximada de 20 metros.

Según los resultados que se obtengan se podrá progamar una malla de sondeos a profundidad predeterminada para evaluar los diferentes niveles de arena de este banco.

La buena selección de las arenas de estos depósitos hace necesario, a fin de abtener un árido fino de gradación aceptable por las normas, encontar arenas con granulometrías de 0,5 a 5 mm.

En el cauce del río y a la altura de Picada de Oribe en períodos de estiaje se realiza extracción de arena gruesa por parte de la Intendencia Municipal. Una muestra de esta arena fue entregada a U.T.E. como prueba de que posiblemente en el cauce o en las vecindades a él, en el río, es posible encontrar arena con características apropiadas para su uso como áridos para hormigones.

Este resultado cualitativo hace pensar en la necesidad de buscar y evaluar las arenas que posiblemente se encontraran en el cauce del río, en las vecindades del área de trabajo de la presa.

VII 2 - ALUVIONES ARCILLOSOS

Dado que existe la posibilidad de construir una presa con núcleo de tierra, durante el relevamiento del área se prestó especial atención al estudio de unidades geológicas con alto porcentaje de materiales arcillosos que pudieran servir para tal fin.

Como los suelos del área son poco espesos y con bajo contenido de arcilla ya que el material madre es dominantemente areniscoso, se entendió que la fuente posible de arcillas estaba en las pequeñas planicies aluviales de algunos afluentes del Río Negro.

Por fotogeología se definieron las zonas geomorfológicas con aptitud potencial y de ellas se descartaron todas las que cubrían un área demasiado pequeña, las que son temporalmente cubiertas por las crecientes del Lago Artificial de Bonete, las que no tienen acceso razonablemente fácil y las que estaban cubiertas de monte.

Como resultado quedaron seleccionadas dos zonas, que son las planicies aluviales de los cursos inferiores de los arroyos Malo y Sarandí, al norte y sur del Río Negro respectivamente.

Ambas zonas se señalan a escala 1/200.000 en la carta NºII donde se ve la posición geográfica relativa al curso del Río Negro y los caminos internos de acceso a esas zonas.

A los efectos de dar idea cabal de las características técnicas y de la forma y volumen que presenta cada planicie aluvial, se describe a continuación cada una de ellas por separado y haciendo resaltar los parámetros de interés para el uso previsto.

2.1 - Aluviones del Arroyo Malo.

2.1.1 - Ubicación y descripción de los aluviones.

Se encuentran ubicados en la planicie aluvial parcialmente inundable de la margen derecha del citado curso de agua en las vecindades de su desembocadura. (ver carta II)

El valle inferior de este arroyo es asimétrico. Hacia el Este aparece una superficie absolutamente plana con napa freática a nivel del suelo desarrollando bañados permanentes.Hacia el

Oeste la topografía es más ondulada con una planicie en los aluviones antiguos y un quiebre en el contacto con la Formación San Gregorio-Tres Islas.

Se buscó que el área estudiada estuviera lo más cerca posible del lugar previsto para la presa y por ese motivo se descartan zonas aluviales del mismo arroyo, pero a mayor distancia. Los aluviones estudiados se encuentran entre 1,5 y 5Km del lugar de la presa.

La forma geológica superficial se muestra en la carta Nº.VI a escala 1/20.000, donde se observa un desarrollo groseramente NW con avances digitados en los afluentes del Arroyo Malo. La superficie abarcada es aproximadamente de 255 hectáreas.

Para estudiar la forma geométrica en profundidad, se realizaron 26 sondeos de los cuales los primeros 15 se ubicaron respetando' la distribución superficial de los aluviones y los restantes fueron planteados para confirmar hipótesis surgidas de los datos preliminares. Las líneas de sondeos se detuvieron en todos los casos cuando los aluviones se tornaban muy arenosos.



En total se perforaron con taladro de suelos, (pala holandesa) alrededor de 55 metros lineales, que permitieron conocer el comportamiento espacial de cada tipo de sedimento y de allí extraer las muestras representativas para definir sus cualidades tecnológicas.

Para presentar toda esta información de una forma racional se comenzará ubicando los sondeos en la carta a escala 1:20.000, y luego se hará la descripción de cada sondeo en orden correlativo para simplificar su hallazgo; a continuación se presentarán los ensayos de laboratorio y finalmente se mostrarán los perfiles geológicos con sedimentos de iguales características técnicas.

2.1.2 - Descripción de los sondeos.

Por el criterio seguido, los sondeos no quedaron en número correlativo en el terreno pero aquí se dará ese orden en las descripciones para encontrar más fácilmente la información de detalle que se requiera.

Se designará con los símbolos NEGT a las cotas de nivel del embalse en C.H. "Dr. Gabriel Terra" que han sido tomadas en la fecha de realización del sondeo.

La determinación de las cotas de la boca de los sondeos fue realizada con el Ing. Agrimensor Lagarmilla el viernes 19 de noviembre de 1982, en esa fecha N.E.G.T. = 80,10m.

SONDEO Nº35/ 180 - 087

- COTA = 81,70 N.E.G.T.: 79,77 FECHA 2/10/82

0 - 0,15m	- Arcilla arenosa color marrón oscuro con tapíz vegetal.
0,15 a 0,42	- Arcilla arenosa color marrón oscuro. Termina tapíz vegetal.
0,42 a 0,74	- Arcilla más arenosa y más clara.
0,74 a 0,92	- Arcilla arenosa más clara. Algo amarillenta.
0,92 a 1,05	- Lo mismo. Humedad
1,05 a 1,25	- Nivel con cantos de 5cm. Más húmedo.
1,25 a 1,34	- Limo retrabajado con pátinas y manchas negras y trozos de arenisca.
1,34 a 1,41	- Nivel de cantos, más arcilloso. Color naranja con arena fina también colores rojo abigarrado con gris, con cantidad de limo. Al final más arenoso y un nivel arcilloso de S.G.T.I, roca compacta.

SONDEO Nº36/ 180 - 087

- COTA = INUNDADO N.E.G.T.:79,77 FECHA 2/10/82

0 - 0,15m	- Arcilla marrón, con tapíz vegetal.
0,15 a 0,43	- Arcilla marrón.
0,43 a 0,53	- Arcilla más arenosa, posiblemente contenga limo
0,56	- Empieza arcilla negra.
0,53 a 0,61	- Arcilla plástica abigarrada, aglomerada, sin agua, color negro.
0,61 a 0,71	- Arcilla plástica, más húmeda, con algo de arena fina.
0,71 a 0,84	- El material se vuelve más arenoso y más claro.
0,84 a 0,95	- Arcilla gris amarillenta, con algo de arena, y algún cantito de 2 a 3mm.
0,95 a 1,10	- Arcilla casi gris, con grava que se presenta en un nivel. Muestra P36M1/2
1,10 a 1,30	- Limo gris, con zonas amarillas retrabajado.
1,30 a 1,41	- Igual. Sigue el aluvión con algo similar a restos orgánicos.
1,41 a 1,80	- Lo mismo. Parece que aumenta el contenido en limo.
1,80 a 1,96	- Lo mismo, pero más arcilloso.
1,96 a 2,08	- Nivel de agua.
2,08 a 2,18	- Casi una arena fina, clara.
2,18 a 2,31	- Arena fina arcillosa, con limo. Tal vez del nivel superior. Color claro. Muestra P36M2/2
2,31	- Arena fina clara.

SONDEO Nº37/ 180 - 039

- COTA = 88,04 N.E.G.T.:79,77 FECHA 2/10/82

0 - 0,51m	- Arcilla negra, con reíces vegetales.
0,51 a 0,74	- Hay cantos, pero no fue posible extraerlos con el taladro. Arcilla color negro, al final con manchas amarillas.
0,74 a 0,87	- Arcilla negra, más clara, con cantos aislados de cuarzo redondeados.
0,87 a 1,02	- Arcilla, gris más claro, con mayor cantidad de manchas amarillas y pátinas blancas de carbonato.
1,02 a 1,18	- Lo mismo. Muestra P37M1/2
1,18 a 1,33	- Aparece arena fina y un débil nivel de gravilla. Muestra P37M2/2
1,33 a 1,74	- Arena fina y cantos de 4mm.
1,74 a 1,95	- Arena oxidada amarilla, muy arcillosa, con gravilla.
1,95 a 2,01	- Arena arcillosa.
2,01 a 2,08	- Limo seco color naranja.
2,08 a 2,14	- Limo color anaranjado y pardo rosado.
2,14 a 2,18	- Limo color naranja con niveles de arcilla blanca, gris verdosa. Muestra P37M3/2

SONDEO Nº41/ 180 - 039

- COTA = 87,60 N.E.G.T.:79,73 FECHA 5/10/82

0 - 0,50m	- Suelo arcilloso con manchas amarillas. Arcilla plástica de color gris abigarrado.
0,50 a 0,91	- Arcilla gris, plástica con pátinas anaranjadas Cantos escasos de 3mm.
0,91 a 1,01	- El mismo material, con color más claro. <u>Muestra P41M1/5</u>
1,01 a 1,13	- Arcilla gris con pátinas de carbonato y gravilla fina. Presencia de nódulos negros. Esta arcilla es más limosa y con mayor contenido de gravilla.
1,13 a 1,25	- Limo arcilloso con gravilla abundante y carbonato que tal vez alcance el 1%.
1,25 a 1,37	- Aumenta el limo y la gravilla.
1,37 a 1,52	- Limo más arcilloso y sin cantos.
1,52 a 1,93	- Limo arcilloso, con pátinas color ocre. Nódulos tal vez orgánicos, carbonato.
1,93 a 2,23	- Limo con colores de oxidación anaranjados y ocráceos, que pasa a un nivel más arcilloso y llega a ser gris amarillento más claro. <u>Muestra P41M2/5</u>
2,23 a 2,39	- Limo arcilloso gris ocráceo, que va tomando colores de oxidación hacia abajo y más arcilloso.

Se suspende el trabajo por material muy consolidado.-

SONDEO Nº42/ 180 - 039

- COTA = 80,90 N.E.G.T.:79,73 FECHA 5/10/82

0 - 0,15m	- Arcilla negra, con tapíz vegetal con tendencia a aglomerarse.
0,15 a 0,31	- Arcilla negra.
0,31 a 0,47	- Arcilla más clara con gravilla y raíces de árboles en diferentes estados de conservación.
0,47 a 0,54	- Arcilla más clara, color pardo. Material retrabajado, con cantos de 3mm.
0,54 a 0,62	- Arcilla clara, con carbonato pulverulento, cantos de cuarzo y nódulos negros carbonosos.
0,62 a 0,95	- Arcilla gris con mucha gravilla y algo de carbonato en pátinas y pulverulento Muestra P42M1/5
0,95 a 1,07	- Arcilla gris más oscura y rosácea, con pátinas negras.
1,07 a 1,18	- Material retrabajado con carbonato, pátinas negras y algo de gravilla que no parece influir en la permeabilidad del material de color más pardo y claro, un limo.
1,18 a 1,29	- Continúa este limo con pátinas de calcáreo y pátinas amarillas de oxidación.
1,29 a 1,64	- Arcilla más rosada, con calcáreo pulverulento que no supera el 1% y pátinas negras.
1,64 a 1,75	- Se vuelve más limoso pero del mismo color.
1,75 a 1,84	- El material aquí es más arcilloso, sin cambio de color.
1,84 a 1,97	- Más rosado y al final algunos cantos. Muestra P42M2/5
2,01 a 2,30	- Material limoso húmedo pasando a más arcilloso.
2,30 a 2,48	- Limo más rosado que el anterior nivel.

SONDEO Nº43/ 180 - 039

- COTA = 83,37 N.E.G.T.:79,90 FECHA 6/10/82

0 - 0,25m	- Arcilla negra con tapiz vegetal.
0,25 a 0,46	- Arcilla negra, aglomerada. (como si fueran "terrones" casi, no bien plástica)
0,46 a 0,54	- Nivel de gravilla en la arcilla negra retrabajado.
0,54 a 0,65	- Arcilla negra más clara, con cantos aislados de un material blanquecino.
0,65 a 0,78	- Lo mismo, más claro, con gravilla y cantos milimétricos.
0,78 a 1,01	- Lo mismo, podría contener trazas de carbonato. Muestra P-43 M1/6
1,01 a 1,10	- Limo arcilloso con cantos de 3 - 4mm, color pardo con pátinas amarillo limón. Algunos cantos muy redondeados están recubiertos por una pátina negra y otros por carbonatos.
1,10 a 1,25	- Lo mismo con carbonato, lo que da un aspecto más claro.
1,25 a 1,37	- Limo gris rosáceo, arcilloso.
1,37 a 1,55	- El mismo material, con manchas rojas, retrabajado, trozos de arenisca muy arcillosa roja.
1,55 a 1,75	- Lo mismo, color más amarillo.
1,75 a 1,94	- Lo mismo, más rosado y arenoso. Muestra P43M2/2
1,94 a 2,16	- Napa de agua. Lo mismo, con cantos de 6mm de cuarzo, manchas y pátinas rojo oscuro.

No es posible continuar a causa de la compactación de esta roca.

SONDEO Nº 44/180 - 039

- COTA = 88,70 N.E.G.T.: 79,90 FECHA 6/10/82

0 - 0,15m	- Arcilla algo arenosa marrón, con tapíz vegetal
0,15 a 0,30	- Arcilla limosa marrón.
0,30 a 0,53	- Igual, pero más arcilloso y más claro, gris, con pátinas anaranjadas, gravilla de unos 3mm.
0,53 a 0,62	- Lo mismo, pero más arcilloso y más claro, con nódulos negros.
0,62 a 0,74	- Más arcilloso, gris verdoso rosáceo. Lo demás igual, con niveles grises, retrabajado.
0,74 a 0,87	- Arcilla gris verdosa, rosácea, lo demás igual, retrabajado.
0,87 a 1,01	- Se vuelve limoso y más rosado. Con nósulos negros y gravilla. Muestra P44M1/6
1,01 a 1,14	- Más arcilloso, con nódulos, gravilla fina y pátinas negras.
1,14 a 1,27	- Más limoso, rosado, con pátinas naranjas y calcáreo en gránulos y pátinas.
1,27 a 1,42	- Limo, con pátinas negras, pequeños trozos arcillosos de la F. San Gregorio-Tres Islas.
1,42 a 1,72	- Abundantes pátinas negras. Niveles grisáceos y pequeños trozos color naranja de la arenisca de San Gregorio-Tres Islas alterado.
1,72 a 1,90	- Arcilla limosa gris rosada, abigarrada con gris y trozos alterados de la arenisca de San Gregorio-Tres Islas amarillos y anaranjados. Cantos de cuarzo. Napa de agua. Parece haber un canto enorme que no se pudo extraer.
1,90 a 2,01	- Arcilla limosa con mayor abundancia de cantos y trozos rojo anaranjado. Muestra P44M2/6

SONDEO Nº 45/180 - 087

- COTA = 81,70 N.E.G.T.: 80,21 FECHA 8/11/82

0 - 0,13m	- Suelo arenoso con tapíz vegetal, color marrón.
0,13 a 0,37	- Suelo arcilloso marrón, con cantos de 3mm.
0,37 a 0,54	- Lo mismo, con cantos de 2,5cm.
0,54 a 0,78	- Arcilla arenosa color marrón, con manchas color naranja.
0,78 a 0,90	- Limo arcilloso gris, con manchas negras y pátinas amarillas.
0,90 a 1,03	- Limo arenoso gris, con pátinas amarillas y negras, con gravilla.
1,03 a 1,13	- Limo arenoso gris, sin cantos. Muestra P45M1/8-11
1,13 a 1,36	- Lo mismo, con Carbonato de Calcio pulverulento y cantos aislados de 2 y 3 y hasta 4mm.
1,36 a 1,40	- Limo color beige, con cantos hasta de 5mm, Carbonato de Calcio pulverulento.
1,40 a 1,57	- Limo arcilloso, color beige, con algo de arena fina y menos gravilla y Carbonato de Calcio pulverulento.
1,57 a 1,69	- Arena arcillosa con cantos de 2cm, algunos esféricos, otros más alargados y pátinas de Carbonato de Calcio pulverulento.
1,69 a 1,80	- Limo arcilloso sin cantos, color beige.
1,80 a 1,90	- Arena fina con algo de arcilla, cantos aislados color beige claro.
1,90 a 2,06	- Arena fina blanca, sin arcilla. Napa de agua. Muestra P45M2/8 - 11

SONDEO Nº47/ 180 - 039

- COTA = 90.60 N.E.G.T.: 80,21 FECHA 8/11/82

0 - 0,30m	- Suelo arenoso color marrón con tapíz vegetal.
0,30 a 0,45	- Suelo arenoso color marrón, con pátinas anaranjadas.
0,45 a 0,54	- Arcilla beige oscura, con pátinas anaranjadas
0,54 a 0,63	- Lo mismo, con algún canto milimétrico hasta de 3mm.
0,63 a 0,82	- La arcilla tiene mayor cantidad de pátinas anaranjadas.
0,82 a 0,92	- Limo rosado naranja, algo arcilloso, con gravilla y carbonato de calcio pulverulento, en pátinas.
0,92 a 1,00	- El mismo limo, con poca gravilla. <u>Muestra P47M1/8</u>
1,00 a 1,11	- El mismo limo, con abundante gravilla.
1,11 a 1,22	- Limo naranja, muy arcilloso, con algo de gravilla, nódulos arcillosos de color rojo, con trozos de carbonato de calcio.
1,22 a 1,41	- Limo con algo de arcilla color amarillo, muy magro. Hay algún cristal de mica en acumulaciones de arena de 1 centímetro de diámetro. Pátinas de carbonato de calcio.
1,41 a 1,94	- El mismo material, sin gravilla y poca arcilla.
1,94 a 2,03	- Limo arcillosa amarillo con pátinas rojas y manchas color morado.
2,03 a 2,08	- Limo color violáceo, con algo de arcilla y con trozos de arcilla morada.
2,08 a 2,12	- Limo violáceo a rojizo, con algo de arcilla. <u>Muestra P47M2/8</u>

SONDEO Nº48/ 180 - 039

- COTA = 83,20 N.E.G.T.: 80,21 FECHA 8/11/82

0 - 0,15m	- Suelo arcilloso negro, con tapíz vegetal.
0,15 a 0,55	- Arcilla muy negra, aglomerada.
0,55 a 0,64	- La arcilla es color más claro.
0,64 a 1,04	- Lo mismo, con gravilla y al final cantos hasta de 2cm de diámetro. Muestra P48M1/8
1,04 a 1,31	- En la arcilla hay algunos cantos de 2cm, aplanados y angulosos.
1,31 a 1,45	- Limo gris verdoso, arcilloso, con gravilla y algunos cantos de 0,5cm muy redondeados, con pátinas amarillas.
1,45 a 1,57	- Limo gris, con manchas color rojo, arcilloso, con pátinas negras con cantos redondeados.
1,57 a 1,71	- Limo arcilloso gris, con trozos de tillita, gravilla, cantos de cuarzo.
1,71 a 1,86	- Limo arcilloso gris, con trozo de tillita, gravilla, cantos, muy retrabajado. Napa de agua.
1,86 a 1,94	- Limo rojizo, con abundancia de arena gruesa y gravilla de cuarzo, trozos de tillita roja y de arcilla estratificada.
1,94 a 2,01	- Limo rojizo, con arena gruesa, gravilla y cantos hasta 5cm, con posibilidad de encontrar más cantos. Napa de agua. Muestra P48M2/8

A causa de los cantos se suspende el sondeo. Se perfora a 3m del sondeo 48, con el mismo perfil y no se encuentran cantos hasta esa profundidad.

SONDEO Nº49/ 180 - 039

- COTA = 83,65 N.E.G.T.: 80,21 FECHA 8/11/82

0 - 0,15m	- Suelo negro, con tapíz vegetal.
0,15 a 0,35	- Arcilla negra, algo limosa.
0,35 a 0,58	- En la arcilla hay algo de arena fina y algunos cantos.
0,58 a 0,86	- Arcilla más clara, con gravilla milimétrica. Cantos aislados de 2cm.
0,86 a 1,06	- Limo marrón, con arena fina bien distribuída. <u>Muestra P49M1/ 8-11</u>
1,06 a 1,17	- Limo areno arcilloso color gris verdoso, con pátinas amarillas.
1,17 a 1,43	- Limo más arenoso color gris.
1,43 a 1,57	- Arena fina arcillosa, gris, con nódulos y pátinas negras y amarillas.
1,57 a 1,80	- Limo con gravilla de cuarzo y trozos de arcilla rojos y arena fina.
1,80 a 1,94	- Limo rosado.
1,94	- Tillita morada. <u>Muestra P49M2/8-11</u>

No se puede continuar debido a la resistencia del material.

SONDEO Nº58/ 180 - 039

- COTA = 84,61 N.E.G.T.: 80,28 FECHA 10/11/82

0 - 0,15m	- Suelo arcillo arenoso negro a marrón, con tapíz vegetal.
0,15 a 0,50	- Arcilla color negro.
0,50 a 0,72	- Limo gris, arcilloso, con gravilla y cantos de 3mm.
0,72 a 0,82	- Limo arcilloso gris, con gravilla, cantos y algo de arena fina.
0,82 a 1,02	- Limo arenoso, gris pardo, con trozos de carbonato de calcio pulverulento y pátinas negras. Muestra P58M1/10-11
1,02 a 1,12	- Limo gris, con pátinas amarillas y verdes, algo arenoso y con pátinas negras.
1,12 a 1,30	- Limo arenoso gris, con pátinas amarillas y negras.
1,30 a 1,40	- Limo algo más arenoso gris, con nódulos negros Napa de agua.
1,40 a 1,65	- Limo con trozos de tillita morado y de arcilla
1,65 a 1,92	- Limo rosado, con manchas amarillas y pátinas negras, algo arcilloso.
1,92	- Trozos de tillita. Muestra P58M2/10 - 11

La altura de la napa de agua deberá ser confirmada.-

SONDEO Nº59/ 180 - 039

- COTA = 83,34 N.E.G.T.: 80,28 FECHA 10/11/82

0 - 0,15m	- Suelo negro arcilloso, con tapíz vegetal.
0,15 a 0,70	- Arcilla negra.
0,70 a 1,09	- Arcilla gris, con cantos y gravilla, trazas de carbonato de calcio pulverulento y nódulos negros. Muestra P59M1/10
1,09 a 1,21	- Limo gris, con nódulos negros
1,21 a 1,39	- Limo arcilloso gris.
1,39 a 1,60	- Limo gris claro arenoso.
1,60 a 1,81	- Arena arcillosa gris con pátinas amarillas, cantos y pátinas negras.
1,81 a 1,90	- Arena fina con algo de arcilla, color pardo. Muestra P59M2/10

La aparición de la napa de agua impide la continuación del sondeo.

SONDEO Nº60/ 180 - 039

- COTA = 82,26 N.E.G.T.: 80,28 FECHA 10/11/82

0 - 0,15m	- Suelo negro, arcilloso, con tapíz vegetal.
0,15 a 0,50	- Arcilla muy negra.
0,50 a 0,95	- Limo gris, arcilloso, con gravilla y cantos aislados hasta de 1cm con trazas de carbonato de calcio y pátinas negras.
0,95 a 1,00	- Limo gris claro, algo arenoso. <u>Muestra P60M1/10</u>
1,00 a 1,60	- Arena fina, con arcilla, color pardo claro.
1,60 a 1,76	- Arena fina, con trozos de tillita alterada.
1,76 a 2,03	- Arena media, color naranja. Napa de agua. <u>Muestra P60M2/10</u>
2,03 a 2,14	- Arena fina arcillosa color blanco.
2,14 a 2,24	- Arena fina arcillosa, color claro.
2,24 a 2,35	- Limo arenoso gris, con pátinas anaranjadas.

No se puede continuar porque la herramienta no extrae muestras en este material.

SONDEO Nº61/ 180 - 039

- COTA = 81,80 N.E.G.T.: 80,28 FECHA 10/11/82

0 - 0,15m	- Suelo negro arcilloso, con sales blancas depositadas como en pátinas y escaso tapíz vegetal
0,15 a 0,76	- Arcilla negra.
0,76 a 1,09	- Limo gris, arcilloso, con gravilla, algunos cantos de 1cm y carbonato de calcio pulverulento. Muestra P61M1/10
1,09 a 1,30	- Limo gris con pátinas anaranjadas.
1,30 a 1,60	- Limo arenoso gris, con pátinas amarillas y manchas verdosas.
1,60 a 1,65	- Limo con mucha arena. Napa de agua.
1,65 a 1,92	- Limo arenoso gris con pátinas amarillas, manchas verdes.
1,92 a 1,98	- Arena media color naranja, cantos de 1cm.
1,98 a 2,05	- Limo arenoso gris con pátinas amarillas y negras.
2,05 a 2,09	- Arena media, color naranja, sin arcilla. Muestra P61/M2/10
2,09 a 2,20	- Limo arenoso, con arena fina, color gris con pátinas amarillas y negras.
2,20 a 2,51	- Arena media color naranja y cantos de 1cm.
2,51 a 2,71	- Arena fina arcillosa color claro.
2,71 a 2,85	- Limo gris, con trozos de tillita morada, zonas amarillas y pátinas negras y trozos de arcilla color claro, muy compactadas. Muestra P61M3/10

Se suspende porque no extrae más muestras.

SONDEO Nº62/ 180 - 039

- COTA = 83,50 N.E.G.T.: 80,25 FECHA 12/11/82

0 - 0,15m	- Suelo negro, con tapíz vegetal.
0,15 a 0,66	- Arcilla negra.
0,66 a 0,98	- Igual, con algo de gravilla y cantos de 2cm. Muestra P62M1/12
0,98 a 1,38	- Arena arcillosa con cantos, color claro.
1,38 a 1,62	- Arena arcillosa con pátinas negras y verdes.
1,62 a 1,90	- Limo arcilloso pardo, con pátinas verdes y negras. Napa de agua. Muestra P62M2/12
1,90 a 2.09	- Arena media color naranja.
2,09 a 2,18	- Limo arcilloso naranja.

No se puede continuar perforando porque hay un canto caído.

SONDEO Nº63/ 180 - 039

- COTA = 82,88 N.E.G.T.: 80,25 FECHA 12/11/82

0 - 0,15m	- Suelo arcilloso negro con tapíz vegetal.
0,15 a 0,53	- Arcilla negra
0,53 a 1,02	- Arcilla gris, con gravilla y pátinas de carbonato de clacio. Muestra P63M1/12
1,02 a 1,49	- Limo gris con pátinas verdes, naranjas y negras. Cantos de 3cm. Napa de agua
1,49 a 1,92	- Limo algo arenoso, color naranja, con nódulos y cantos.
1,92 a 1,99	- Cantos muy grandes, no extríables con esta herramienta. Muestra P63M2/12

SONDEO Nº64/ 180 - 039

- COTA ≈ 82,05 N.E.G.T.: 80,25 FECHA 12/11/82

0 - 0,37m	- Suelo arcilloso negro, con tapíz vegetal y algún canto milimétrico.
0,37 a 0,49	- Arcilla negra, con algo de arena fina y algún canto milimétrico.
0,49 a 1,12	- Limo gris, con algo de gravilla y cantos hasta de 1cm y trozos de carbonato de calcio. <u>Muestra P64M1/12</u>
1,12 a 1,45	- Limo gris, con arena, pátinas anaranjadas y negras.
1,45 a 1,61	- Nivel de arena fina. Napa de agua.
1,61 a 2,05	- Limo naranja con trozos de areniscas de San Gregorio-Tres Islas, de cuarzo y de arcilla estratificada.
2.05 a 2,41	<u>Muestra P64M2/12</u> - Limo con abundantes trozos de areniscas de San Gregorio-Tres Islas de diversos tamaños.

No es posible continuar porque el material es muy compacto, pero todavía es depósito de aluvión.

SONDEO Nº65/ 180 - 039

- COTA = 81,99 N.E.G.T.: 80,25 FECHA 12/11/82

0 - 0,31m	- Suelo areno arcilloso claro, color gris oscuro a marrón, con manchas de color naranja, con tapíz vegetal.
0,31 a 0,66	- Arcilla gris, con gravilla y trozos de carbonato de calcio y algún canto de 0,5cm.
0,66 a 1,02	- Limo gris, con gravilla, trozos de carbonato de calcio y pátinas color naranja. Muestra P65M1/12
1,02 a 1,44	- Limo gris, con pátinas anaranjadas, rojas y negras.
1,44 a 1,80	- Arena gruesa, con arcilla. Napa de agua.
1,80 a 1,90	- Limo gris, con trozos de arenisca de San Gregorio-Tres Islas, pátinas naranjas. Muestra P65M2/12

No se puede penetrar más con esta herramienta.

SONDEO Nº66/ 180 - 087

- COTA = 86,60 N.E.G.T.: 80,23 FECHA 15/11/82

0 - 0,15m	- Suelo arenoso marrón con tapíz vegetal.
0,15 a 0,36	- Arcilla color marrón, con algunos gravillas.
0,36 a 0,80	- Limo arenoso marrón, con gravilla y trazas de carbonato. Cantos de cuarzo de 1 cm, 4cm, tubulares con altura de 0,5 a 1cm de alto. Hay también cantos esféricos de 2 a 3cm de diámetro.
0,80 a 0,91	- Limo arcilloso gris, con pátinas naranjas.
0,91 a 1,11	- Limo gris con algunos cantos, siempre muy redondeados y muy trabajados.
1,11 a 1,22	- Limo naranja con trazas de carbonato de calcio
1,22 a	- Nivel de cantos de granito de 3 a 4cm, subredondeados y otros más pequeños y aislados.
1,22 a 1,41	- Limo color naranja sin cantos.

SONDEO Nº67/ 180 - 087

- COTA = 84,73 N.E.G.T.: 80,23 FECHA 15/11/82

0 - 0,15m	- Suelo arenoso color marrón.
0,15 a 0,61	- Arcilla arenosa marrón, con cantos milimétricos.
0,61 a 1,95	- Limo gris, con cantos y gravilla. Pátinas naranjas y negras, trozos de carbonato. Los cantos de cuarzo que se extraen en estos niveles son de 4cm x 3cm, aplanados y angulosos, otros bien redondeados.
1,95 a 2,05	- Limo arenoso con cantos de granito y pegmatita subredondeados, muy frescos y también algún trozo de tillita, color morado. También abundantes cantos de cuarzo.
2,05 a 2,12	- Limo con muchos cantos.
2,12 a 2,21	- Limo naranja, con arena media y trozos de tillita.
2,21 a 2,44	- Limo morado, puede ser tillita.
2,44	- Tillita color morado. Napa de agua.

SONDEO Nº68/ 180 - 087

- COTA = 86,91 N.E.G.T.: 80,23 FECHA 15/11/82

0 - 0,15m	- Suelo arcilloso negro, con tapíz vegetal.
0,15 a 0,53	- Arcilla negra.
0,53 a 0,77	- Arcilla gris.
0,77 a 1,00	- Limo gris, con pátinas amarillas y verdes, con gravilla y cantos.
1,00 a 1,59	- Limo arenoso color gris verdoso, con pátinas negras y naranjas, con algún canto de 3cm y alguna gravilla. Napa de agua.
1,59 a 1,72	- Lo mismo.
1,72 a 1,83	- Limo color naranja, con cantos muy redondeados de 3 - 4cm x 2cm y trozos de tillita color morado.
1,83	- Tillita color morado, con pátinas amarillas, como en algunos afloramientos.

No es posible continuar perforando con esta herramienta, dada la tenacidad de la tillita.

SONDEO Nº69/ 180 - 087

- COTA = 86,25 N.E.G.T.: 80,23 FECHA 15/11/82

0 - 0,15m	- Suelo arcilloso marrón con tapíz vegetal.
0,15 a 0,30	- Arcilla marrón con cantos bien redondeados hasta 1cm.
0,30 a 0,45	- Arcilla arenosa, color negro.
0,45 a 0,90	- Arcilla negra.
0,90 a 1,10	- Limo gris, con cantos redondeados de 2cm de diámetro.
1,10 a 1,50	- Limo gris, con pátinas color naranja.
1,50 a 1,90	- Limo naranja.
1,90 a 2,00	- Tillita naranja.

No se puede continuar perforando con las herramientas.

SONDEO Nº70/ 180 - 087

- COTA = 80,99 N.G.E.T.: 80,23 FECHA 15/11/82

0 - 0,15m	- Suelo arcilloso negro con tapíz vegetal.
0,15 a 0,69	- Arcilla negra.
0,69 a 1,02	- Limo gris claro, con gravilla.
1,02 a 1,14	- Lo mismo, con pátinas verdes y trozos de carbonato.
1,14 a 1,64	- Limo gris, con pátinas anaranjadas, pátinas negras y verdes y cantos de cuarzo de 1cm. Napa de agua.
1,64 a 2,07	- Lo mismo, con cantos muy redondeados de 4 x 3 x 2cm.
2,07 a 2,32	- Limo con trozos de arcilla color claro.

SONDEO Nº71/ 180 - 087

- COTA = 87,38 N.E.G.T.: 80,23 FECHA 15/11/82

0 - 0,15m	- Suelo areno-arcilloso marrón.
0,15 a 0,53	- Arcilla marrón.
0,53 a 1,05	- Limo gris, con pátinas naranjas y verdes.
1,05 a 1,16	- Lo mismo, con pátinas de carbonato.
1,16 a 1,26	- Lo mismo, con cantos de cuarzo de 2cm.
1,26 a 1,65	- Lo mismo, con gravillas y pátinas de carbonato
1,65 a 2,05	- Limo gris, con pátinas naranjas.
2,05 a 2,48	- Limo gris, casi rosado.
2,48 a 2,75	- Limo gris, con algunas pátinas naranjas.
2,75 a 3,02	- Lo mismo, algo más arenoso.
3,02 a 3,08	- Limo gris, con trazas de carbonato de calcio.
3,08 a 3,14	- Limo gris.

No es posible continuar perforando; puede ser por la presencia de un canto o por lo compacto de la roca.

SONDEO Nº72/ 180 - 087

- COTA = 85,32 N.E.G.T.: 80,09 FECHA 20/11/82

0 - 0,05m	- Suelo arenoso marrón con tapíz vegetal.
0,05 a 0,36	- Arcilla marrón muy seca, con gravilla de 1-2mm
0,36 a 0,62	- Arcilla negra.
0,62 a 0,68	- Arcilla marrón, con gravilla y abundantes cantos subangulosos hasta 1cm.
0,68 a 0,95	- Limo gris pardo, con cantos de cuarzo de 3cm de diámetro x 0,5cm, trazas de carbonato. También cantos de ágata de 1 cm. Al final trozos de San Gregorio-Tres Islas. Muestra P72M1/20
	- Aquí se detiene la perforación por problema del nivel de cantos que debe alcanzar unos 20cm En estos cantos predominan las formas redondeadas, angulosas y subangulosas del cuarzo. También hay algún canto aislado de calcedonia.
	- Se repite la perforación a 40cm de la anterior debiendo detenerse a causa del nivel de cantos, pero se extrajo un canto de 5cm de diámetro x 3cm de cuarcita.
	- Se efectúa otro sondeo 5 metros más hacia el bañado, en la pendiente.
0 a 0,58m	- Arcilla marrón con arena debajo del tapíz vegetal.
0,58 a 0,62	- Arcilla marrón.
0,62 a 0,76	- Arcilla marrón con algo de gravilla y cantos escasos y trazas de carbonato.
0,76 a 1,22	- Limo marrón con gravilla y cantos escasos, trazas de carbonato.

1,22 a 1,64 - Limo naranja muy magro, con algunas manchas amarillas o gris claro, con mica. Muestra P72M2/20

En las figuras Nº 16 a, b, c, se ha representado grafica-mente cada sondeo para simplificar su interpretación.

En esencia, los aluviones del Ao. Malo que se estudiaron, se muestran compuestos por 4 tipos fundamentales de sedimentos dife-renciables a escala de campo, los cuales son los siguientes:

arcilla negras: sedimentos de estructura masiva que forman terrones; se trata de antiguos suelos de planicies de inundación, compuestos por más del 50% de minerales arcillosos con abundante humus y de com portamiento muy plástico.

limos grises: sedimentos de plasticidad variable según el contenido de arcilla y arena, de estructura estratificada, de color que pasa localmente a tonos verdosos de reducción y pardo anaranjados de oxi-dación. Pueden presentar trazas de carbonatos que aparecen como ni-dos pulverulentos o en pátinas sobre clastos de otros minerales.

limo naranja: sedimento magro de estructura masiva con poca varia-ción textural, sin carbonato, siempre apoyado directamente sobre la Formación San Gregorio-Tres Islas.

arenas: sedimentos sueltos de granulometría variable, pero de muy po ca potencia en las zonas estudiadas.

2.1.3 - Perfiles geológicos.

A partir de los datos de los sondeos y de su ubicación pla ni-altimétrica se pudieron construir perfiles geológicos, a partir de los cuales es posible interpretar la geometría profunda de distri bución de cada tipo de sedimento en los aluviones.

Se elaboraron 4 perfiles, uno longitudinal con rumbo NW-SE y tres transversales de rumbo SW-NE, EW y NE-SW.

En la figura Nº 17 se expone el perfil longitudinal que a-barca los sondeos 44, 61, 64, 65, 41, 66, 70 y 45. Este perfil permi te observar claramente la distribución relativa de los distntos sedi mentos hallados en el área. Como ha sido construído en el sentido de mayor desarrollo del área aluvial puede considerarse como el más re-presentativo de la secuencia de depósitos producidos por el arroyo Malo en la margen derecha de su curso inferior. En términos genera-les aparece: un nivel de arcilla de cerca de 1m de potencia en la parte superior, con colores variables de gris, negro y marrón; un ni vel de limos grises más o menos arcillosos o arenosos de algo más de un metro de potencia inmediatamente debajo de las arcillas; arenas o

limos muy arenosos y/o gravillosos de 0,50m a 0,80m de potencia; limos naranja en la parte inferior, inmediatamente encima de San Gregorio-Tres Islas.

En la figura Nº 18 se expone el perfil SW-NE que abarca los sondeos 37, 58, 49, 59, 60 y 64.

En la figura Nº 19 se presenta otro perfil transversal de rumbo EW, abarcando los sondeos 35, 45 y 36.

En la figura Nº 20 se presenta el perfil geológico NE-SW que abarca los pozos 71, 72 y 70.

El análisis de los distintos perfiles permite establecer que la secuencia de depósito en grandes líneas ha sido siempre la misma: sedimentación de limos anaranjados de espesor variable inferior a 1m en las partes más alejadas al actual curso y variando hacia sedimentos arenosos más cerca del curso; esto es seguido por un limo gris con zonas de distinto grado de oxidación que induce a pensar en posibles retrabajos del nivel de las aguas sobre un material predepositado y que alcanza espesores superiores a 1m; finalmente viene el depósito de arcillas vinculadas a suelos actuales y antiguos; de colores negros, marrones o grises.

La morfología de estos aluviones acompaña groseramente la paleotopografía, siendo máximos los espesores en los valles del relieve existente en el momento de su deposición. Esta relación se mantiene todavía en el relieve actual, de suerte que los máximos espesores se encuentran en las locales depresiones de terreno.

2.1.4 - Resultados de los ensayos de laboratorio.

Los materiales de los aluviones fueron muestreados en los sondeos, abarcando cada muestra un metro de espesor de material, salvo en los casos en que se querían analizar ciertas unidades particulares.

La ubicación de las muestras se señaló en la descripción de cada sondeo.

Las muestras fueron sometidas a ensayos que permitieran su clasificación dentro del Sistema Unificado y del AASHTO, para lo cual se determinó granulometría y límites de Atterberg. Se realizaron también ensayos Próctor.

Los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería fueron los siguientes:

Muestra	% < 74 micras	LL	LP	IP	SU	Clasificación AASHTO	I. de Grupo
P36-M1/2	60	36	16	20	CL	A-6	9
P36-M2/2	58	36	16	20	CL	A-6	9
P37-M1/2	69	43	15	28	CL	A-7-6	15
P37-M3/2	55	27	12	15	CL	A-6	6
P41-M2/5	76	40	16	24	CL	A-6	14
P42-M1/5	66	47	18	29	CL	A-7-6	15
P43-M1/6	69	43	16	27	CL	A-7-6	14
P47-M1/8	67	41	18	23	CL	A-7-5	12
P47-M2/8	63	28	13	15	CL	A-6	8
P48-M1/8	79	40	18	22	CL	A-6	13
P48-M2/8	53	30	14	16	CL	A-6	6
P49-M1/8-10	59	31	15	16	CL	A-6	7
P49-M2/8-10	44	Suelo no plástico			-	-	-
P58-M2/10-11	39	Suelo no plástico			-	-	-
P59-M2/10-11	53	25	15	10	CL	A-4	4
P60-M1/10-11	56	30	16	14	CL	A-6	8
P60-M2/10-11	31	Suelo no plástico			-	-	-
P61-M2/10-11	52	Suelo no plástico			-	-	-
P61-M3/10-11	38	Suelo no plástico			-	-	-
P62-M2/12	52	27	13	14	CL	A-4	5

donde: L-L límite líquido
L-P límite plástico
I-P indice de plasticidad

Las muestras corresponden a distintos tipos de suelos reconocidos en el campo: arcilla negra, arcilla gris, limo gris, limo arcilloso gris y limo naranja. Colocados los valores en el ábaco de plasticidad de Casagrande se obtuvieron los resultados mostrados en la figura Nº 21.

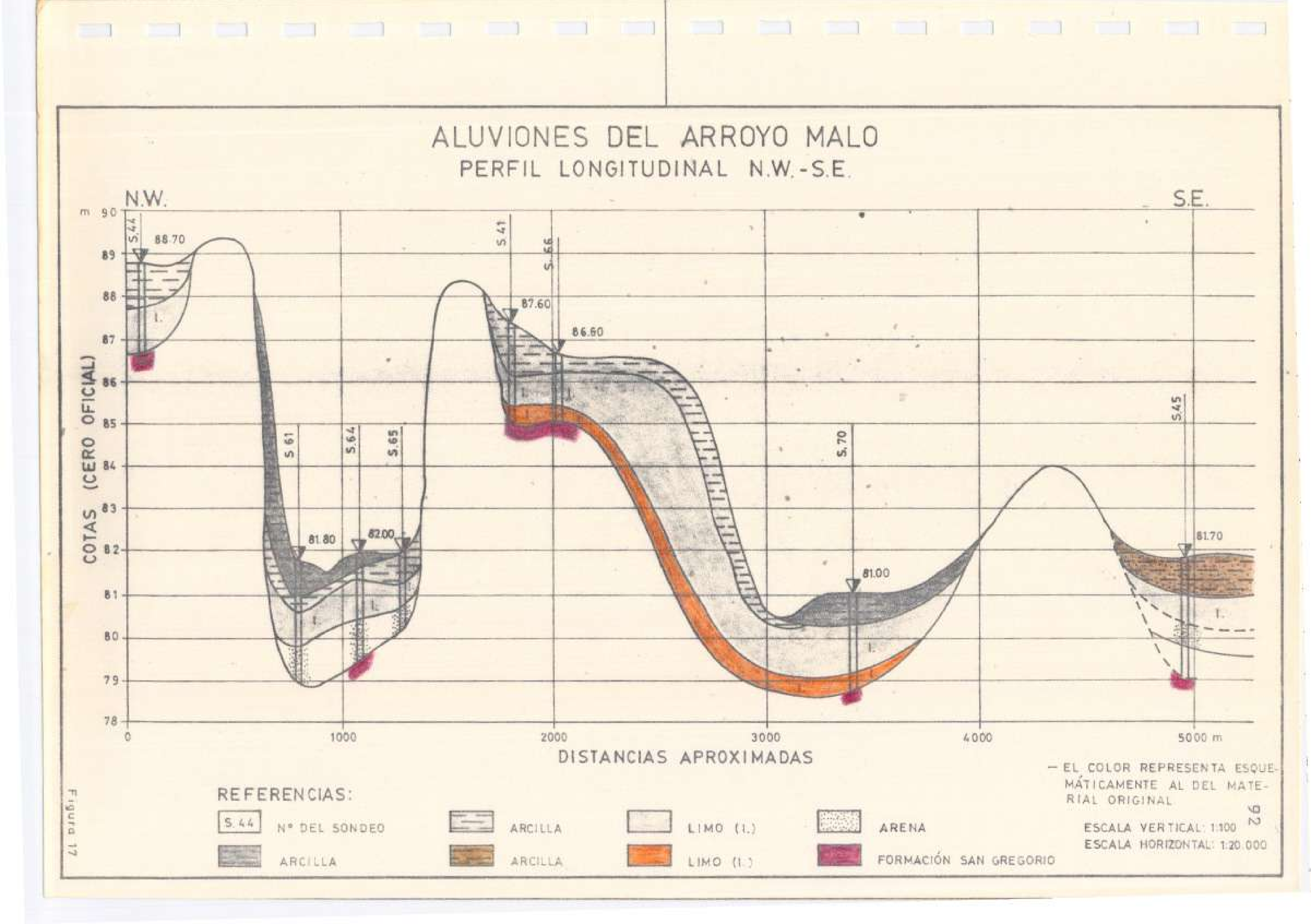
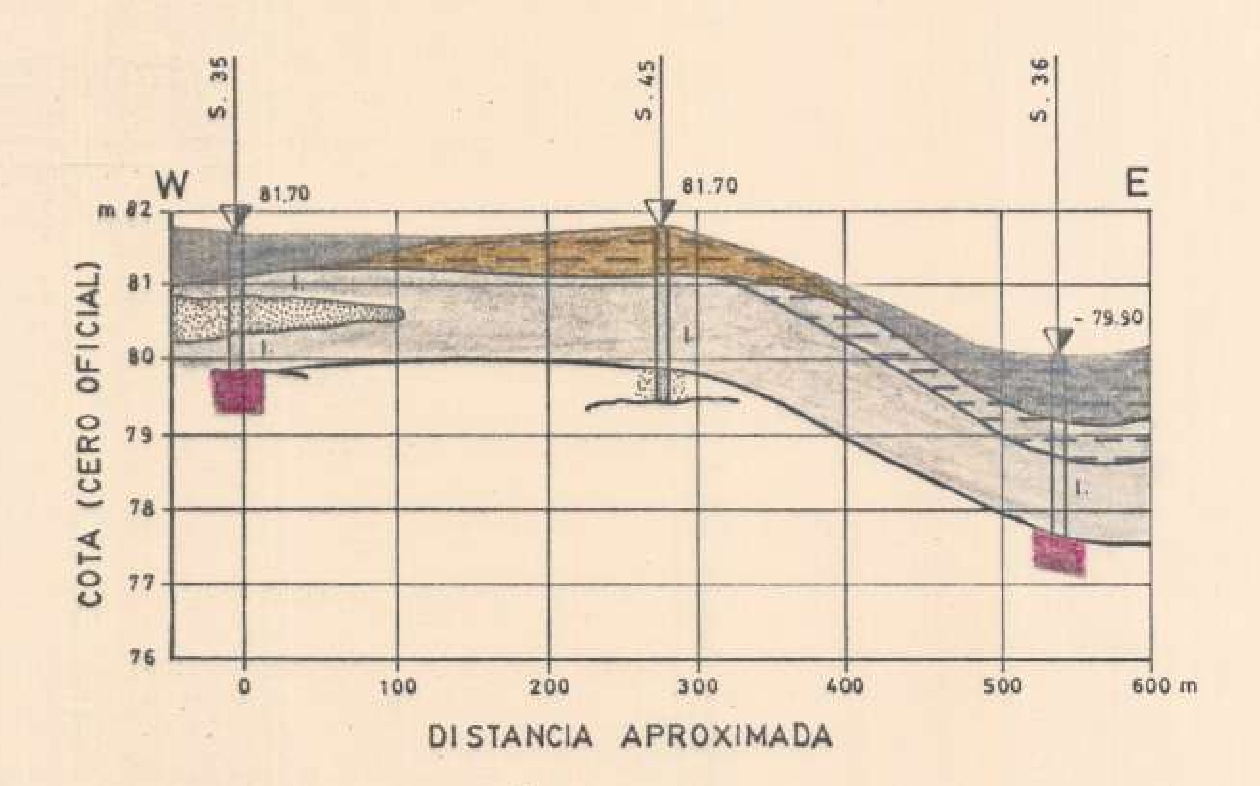

ALUVIONES DEL ARROYO MALO
PERFIL LONGITUDINAL N.W.-S.E.
N.W.
S.E.
COTAS (CERO OFICIAL)
m
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
S.44
88.70
S.41
S.56
87.60
86.60
S.61
S.64
S.65
81.80
82.00
S.70
81.00
S.45
81.70
L.
0
1000
2000
3000
4000
5000 m
DISTANCIAS APROXIMADAS
— EL COLOR REPRESENTA ESQUEMÁTICAMENTE AL DEL MATERIAL ORIGINAL
REFERENCIAS:
S.44 Nº DEL SONDEO
ARCILLA
ARCILLA
LIMO (L.)
ARENA
ARCILLA
ARCILLA
LIMO (L.)
FORMACIÓN SAN GREGORIO
ESCALA VERTICAL: 1:100
ESCALA HORIZONTAL: 1:20.000

Figura 17

ALUVIONES DEL ARROYO MALO

PERFIL TRANSVERSAL W.E.



DISTANCIA APROXIMADA

REFERENCIAS:

S.35 — Nº DEL SONDEO

ARCILLA

ARCILLA

ARCILLA

LIMO (L.)

ARENA

FORMACIÓN SAN GREGORIO - TRES ISLAS

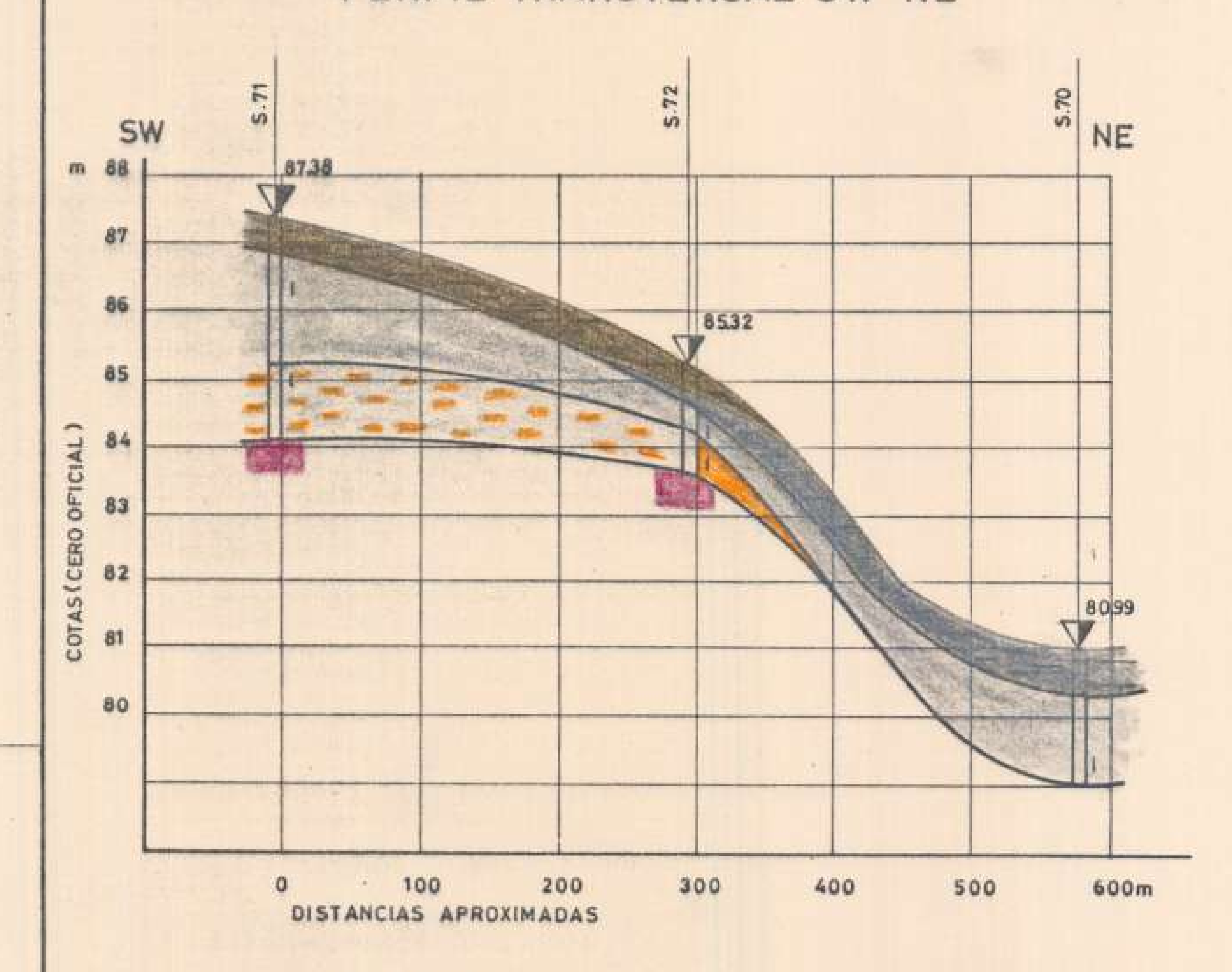
ESCALA VERTICAL: 1:100
ESCALA HORIZONTAL: 1:5.000

— EL COLOR REPRESENTA ESQUEMÁTICAMENTE AL DEL MATERIAL ORIGINAL

Figura 19

ALUVIONES DEL ARROYO MALO

PERFIL TRANSVERSAL SW NE



REFERENCIAS

- S.32 — Nº DE SONDEO
- ARCILLA
- ARCILLA
- LIMO(I)
- LIMO(I)
- LIMO(I)
- FORMACIÓN SAN GREGORIO-TRES ISLAS

ESCALA HORIZONTAL 1: 5.000

ESCALA VERTICAL 1:100

– EL COLOR REPRESENTA ESQUEMATICAMENTE AL DEL MATERIAL ORIGINAL

Figura 20

ALUVIONES DEL ARROYO MALO

ABACO DE PLASTICIDAD
SEGÚN A. CASAGRANDE

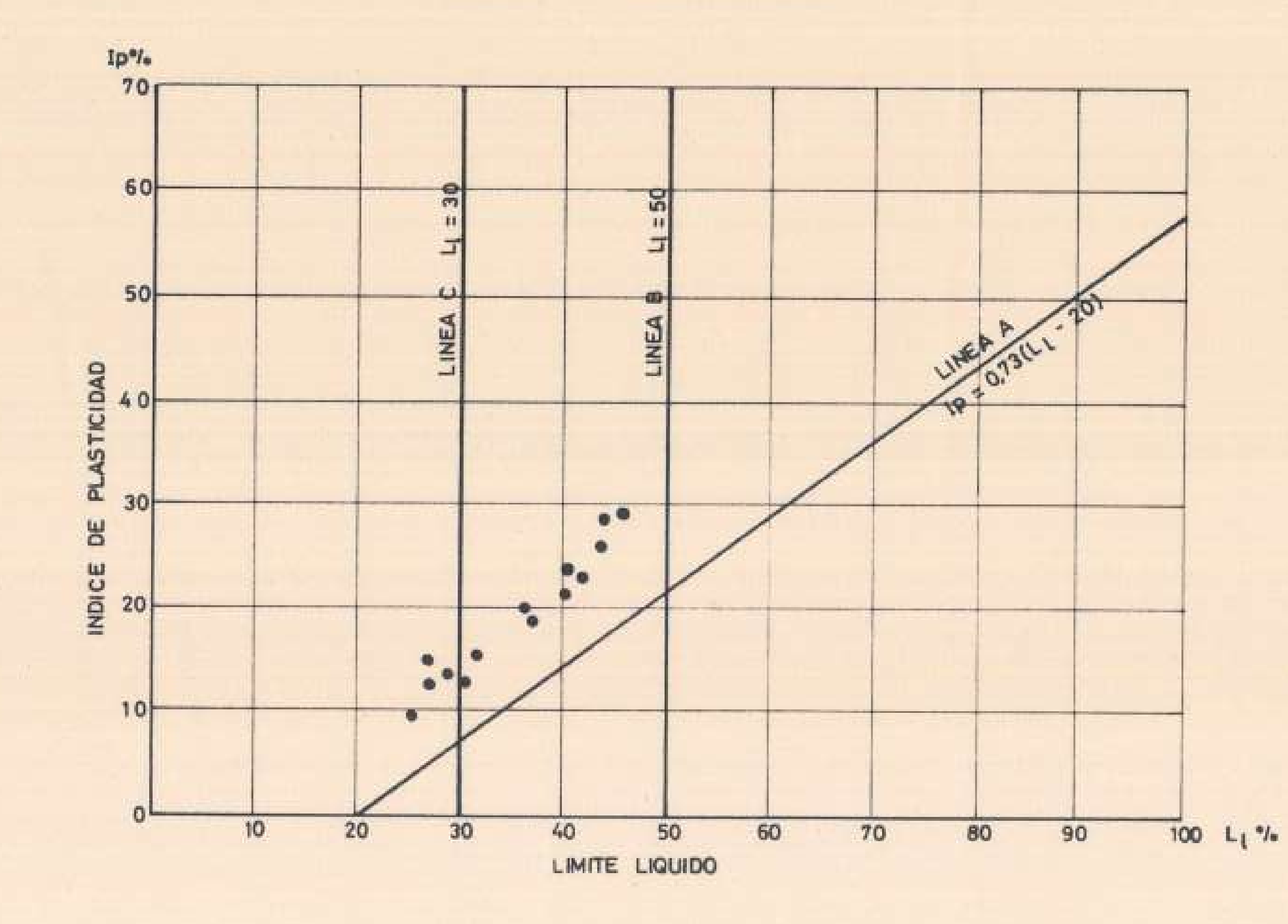


Figura 21

De allí puede deducirse que en principio aparecen dos tipos principales de suelos arcillosos: a) arcillas inorgánicas de plasticidad media (LL mayor a 30) y b) limos inorgánicos poco plásticos (LL menor a 30) y arcillasarenosas.

Las arcillas de plasticidad media corresponden a las arcillas negras y grises, y exclusivamente a limo gris.

Los limos inorgánicos poco plásticos corresponden principalmente a los llamados limos grises en este trabajo, al limo naranja y a limos algo arenosos.

Varias muestras analizadas no tienen comportamiento plástico. Se trata de limos grises arenosos que como se notó demasiado contenido de arena en el campo, se decidió analizar para confirmar o no las definiciones en el terreno.

Las muestras P61M3/10-11 y P60M2/10-11 se seleccionaron para determinar únicamente granulometría, dadas sus características. En las demás muestras en que se determinó su comportamiento como suelo no plástico se realizó únicamente análisis por tamizado. Las determinaciones fueron realizadas en el Departamento de Mecánica de Suelos en la Facultad de Ingeniería con tamices de serie ASTM.

% que pasa por tamiz

Muestra	8	10	16	30	40	50	80	100	200
P49M2/8-10	--	99,5	98	95	93	89	74	66	40
P58M2/10-11	99	88,5	95	89	83	74	57	52	39
P60M2/10-11	--	----	99	96	91	83	61	53	31
P61M2/10-11	--	99	98	96	94	90	87	81	52
P61M3/10-11	99	97	96	92	87	80	64	56	38

De estos ensayos puede concluirse que se trata de materiales con más del 50% de los granos de tamaño inferior a 1/4 de pulgada. La clasificación del S.U. según Wagner del Bureau of Reclamation las sitúa como arenas con finos.

Esta característica debe ser señalada expresamente porque puede tener influencia en el valor de la permeabilidad de estos suelos.

La coincidencia entre las definiciones de campo y los resultados de laboratorio pueden considerarse satisfactorios y de a-

llí que se extrapolaron a otros sondeos y no fue necesario analizar la totalidad de las muestras extraídas.

Esta coincidencia es la que permite evaluar reservas de cada uno de los tipos de materiales arcillosos con un grado aceptable de precisión: el número de sondeos es suficiente para un tratamiento geoestadístico y las descripciones de campo permiten separar materiales de tipo CL (aunque tengan más o menos contenido de arena y gravilla) de suelos de comportamiento no plástico. A esto ayuda el hecho que todos los suelos arcillosos se ubican por encima de la línea "A" de Casagrande en la cual $I_p = 0,73\ (LL - 20)$. (ver fig. 21).

Pasamos ahora a detallar los resultados obtenidos en el ensayo de compactación o Próctor Standar; donde se ha determinado el contenido óptimo de humedad que dará, en un procedimiento, la compactación máxima o el 100% de compactación.

Los valores de efectividad de la cmpactación se expresan como densidad seca, o sea el peso de los sólidos por unidad de volumen.

Las especificaciones empleadas por la Facultad de Ingeniería para este ensayo fueron: molde; 4", pisón: 5,5 libras, altura de caída: 12", Nº de capas: 3, número de golpes/capa: 25. Se utilizó material que pasa tamaño 1/4 de pulgada.

La cantidad de material retenido sobre 1/4" no resulta importante, de modo que no se efectúan correciones a los resultados de las curvas.

Los resultados obtenidos se presentan en la figura Nº 22 donde se muestran los límites teóricos de curvas típicas para distintos suelos en líneas llenas y en líneas quebradas para la muestras de los aluviones del arroyo Malo.

Según estas curvas en general, las muestras M2, que corresponden al material definido como limo gris en el campo, oscilan alrededor de arcillas de baja plasticidad, y las muestras M1 caen desde limos inorgánicos no plásticos hasta arcillas de baja plasticidad.

Los materiales tienen características de compactación buena a aceptable, tratándose de CL, según S.U., con peso específico máximo en Próctor normal que varía entre 1,520 y 1,920, serían de mediana conpresibilidad y expansión, pero sin drenaje, o sea impermeables. El valor como material de terraplen es el de soportar ángulos



pronunciados. Para presas de tierra de más de 30m de altura corresponde Clase 1, (Sistema Unificado) con 100% de compactación; para presas de tierra de menos de 30m de altura requieren un 96% de compactación.

2.1.5 - Evaluación de reservas.

Toda la información recogida permite hacer una primera evaluación de reservas apoyadas en la aceptable coincidencia entre descripciones de campo y análisis de laboratorio. Esta evaluación sin embargo va a dar idea del orden de magnitud porque hay zonas que no fueron perforadas ya que se pretendía solamente una estimación.

Los 26 sondeos atravesaron los siguientes espesores medios de los distintos suelos:

arcilla marrón o negra:	0,68m ± 0,14
limos grises:	0,97m ± 0,45
limos naranja:	0,47m ± 0,16
suelos plásticos totales:	2,12m ± 0,74

El área abarcada por estos aluviones arcillosos es de 255 hectáreas lo que daría un volumen de 5 millones de metros cúbicos con un error del 37% para el total de suelos arcillosos incluyendo los limos poco plásticos.

Las arcillas marrones y negras que se encuentran cubriendo la casi totalidad del área abarcada por los aluviones darían un volumen cercano a los 1,5 millones de metros cúbicos con un error del 21%.

2.1.6. - Conclusiones.

Los aluviones arcillosos de la margen derecha del arroyo Malo presentan una estructura geológica relativamente homogénea con arcillas en la parte superior y limos en la parte inferior.

A medida que se aproximan al curso del citado arroyo se van tornando cada vez más arenosos y por ello fueron limitados al NE antes de llegar al curso de agua en la carta VI, a escala ------ 1:20.000.

La homogeneidad estructural y la aceptable coincidencia de las descripciones de campo con los ensayos de laboratorio han permitido obtener una cifra de reservas del orden de los 5 millones de metros cúbicos.

El error de estimación de estas reservas (de orden del

37%) es importante y en esta etapa no se pudo calcular el volumen de cada tipo de suelo por no poder ubicar los sondeos en una malla regular suficientemente apretada. Se ha intentado estimar el volumen de arcillas de LL superior a 30 en base a los 26 sondeos, dando un resultado de 1,5 millones de metros cúbicos con un error del 21%. Se precisan 1,2x10⁶ m³

2.2 - Aluviones del Arroyo Sarandí.

2.2.1: Ubicación y descripción de los aluviones.

Estos aluviones fueron estudiados con mucho menor detalle dado que se encuentran muy lejos (más de 15Km) del lugar previsto para la instalación de la presa, y son poco accesibles. (ver carta II)

Se entendió de todas maneras que valía la pena tener una información preliminar por la eventualidad de que estuvieran compuestos por suelos de mejor aptitud y/o con mayores espesores por su cercanía a los sedimentos pelíticos devonianos lo cual podría compensar la distancia y dificultad de acceso.

Se encuentran ubicados en la margen izquierda del arroyo Sarandí en su curso inferior, como puede verse en la Carta VII a escala 1:20.000.

En esta zona no existe el problema de los montes naturales pero puede existir el problema de los pajonales ya que éstos están muy extendidos en el sur del área estudiada.

La forma geológica superficial se muestra a escala --- 1:20.000 en la carta antes mencionada. Allí puede observarse que los aluviones arcillosos fuera de la planicie inundable se desarrollan en tres unidades separadas entre sí por el contacto entre la Formación San Gregorio-Tres Islas y los bañados actuales.

La estructura profunda no fue analizada en detalle y sólo se practicaron unos pocos sondeos de reconocimiento, La ubicación de estos sondeos es señalada en la carta VII, donde también se puede ver que las dos zonas aluviales del SE están intimamente asociadas a depósitos de arenas gruesas de muy escasa magnitud, pertenecientes a pequeños cursos de agua intermitentes relacionados con el arroyo Sarandí.

2.2.2 - Descripción de los sondeos. En este caso el número de sondeos es tan reducido que es suficiente hacer su descripción por orden correlativo.

SONDEO Nº.2/186 - 175

- COTA: 84,90 N.E.G.T.: 80,27 FECHA 10/11/82

0 - 0,16m	- Suelo arenoso color marrón.
0,16 a 0,26	- Arena arcillosa, fina color marrón oscuro.
0,26 a 0,38	- Idem, algo más arcillosa.
0,38 a 0,61	- Idem de color más oscuro.
0,61 a 0,99	- Más arcilloso y color gris-castaño.
0,99 a 1,11	- Más claro, con nódulos oscuros y bandas blancas formadas por gránulos pequeños.
1,11 a 1,22	- Los nódulos negros son mayores y más abundantes, mientras que los blancos ya no forman bandas, hallándose diseminados.
1,22 a 1,36	- El material se presenta del mismo color, pero abigarrado con gris azulado. Los nódulos negros disminuyen en cantidad y los blancos desaparecen. Muestra P2M1/10-11.
1,36 a 1,56	- Arena fina con limo y arcilla de color gris claro, siempre con nódulos negros. Aparece agua.
1,56 a 1,85	- Arena media de color marrón, al final se vuelve blanca. Se abandona por causa del agua. Muestra P2M2/10-11

SONDEO Nº.3/186 - 175

COTA: 83,60 N.E.G.T.: 80,27 FECHA 10/11/82

0 - 0,20m	- Suelo arcilloso de color negro,
0,20 a 0,64	- Arcilla de color negro.
0,64 a 0,74	- Un poco más arenosa y más clara. Muestra P3M1/10-11.
0,74 a 0,89	- Más claro y con nódulos blancos.
0,89 a 1,08	- Aún más clara y arenosa.
1,08 a 1,43	- Arcilla, arena y limo gris-amarillenta bien clara.
1,43 a 1,66	- Idem con pátinas anaranjadas y tonos gris-azulados.
1,66 a 1,87	- Idem. Se cierra por causa del agua. Muestra P3M2/10-11

SONDEO Nº.4/186 - 175
- COTA: 83,38 N.E.G.T:. 80,27 FECHA 10/11/82

0 - 0,22m	- Suelo arcilloso de color oscuro.
0,22 a 0,48	- Arcilla limosa con algo de arena fina; color negro.
0,48 a 0,66	- Aún más limosa, con nódulos blancos, haciéndose más claro el color y cada vez más frecuentes los nódulos.
0,66 a 0,74	- Más limosa, más clara y con mayor cantidad de nódulos. Muestra P4M1/10-11

Se cierra el pozo debido a la dureza del material.

SONDEO Nº.5/186 - 173

N.E.G.T. 80,24 FECHA 11/11/82

0,00 a 0,27m	- Suelo limo-arcilloso de color negro.
0,27 a 0,39	- Arcilla con algo de limo; color gris oscuro.
0,39 a 0,62	- Arcilla limosa; color gris.
0,62 a 0,80	- Limo arcilloso, con algo de gravillas y cantos sub-redondeados a redondeados; también con nódulos de carbonato; color gris.
0,80 a 0,92	- Limo arcilloso con nódulos, gravillas y arena gruesa; color gris claro Muestra P1M1/11-11
0,92 a 1,04	- Arcilla con algo de limo y arenisca fina con nódulos de carbonato y gravillas color gris claro.
1,04 a 1,38	- Arcilla limosa con cantos de San Gregorio; color amarillo abigarrado en rojizo.
1,38 a 1,64	- Arcilla limosa con algo de arena muy fina, también contiene cantos de San Gregorio, hay un aumento hacia la base en nódulos de carbonato sobre la base aparece una arena media a gruesa; el color va de un amarillento o un blanquecino, al final un color marrón. Se cierra el pozo debido a la arena y al agua.

SONDEO Nº.6/187 - 033

- N.E.G.T: 80,24 FECHA 11/11/82

0,00 a 0,44m	- Arena gruesa de color gris oscuro.
0,44 a 0,87	- Arcilla limosa con gravilla, arena gruesa y algunos cantos dispersos; color negro.
0,87 a 1,04	- Limo arcilloso con arena muy fina, con gravillas y cantos muy dispersos; color gris oscuro.
1,04 a 1,25	- Limo arcilloso con nódulos de carbonato color gris oscuro a gris claro. Muestra P1M1/11-11
1,25 a 1,59	- Limo arcilloso con algo de arena muy fina; de color gris verdoso abigarrado en naranja.
1,59 a 2,25	- Arenisca muy fina con arcilla; de color gris verdoso abigarrado en naranja.
2,25 a 2,61	- Arena fina a media con algo de arcilla como matriz; color gris verdoso con abundantes manchas naranjas. Muestra P1M2/11-11 Se cierra el pozo debido a la arena y el agua.

SONDEO Nº.7/178 - 085
- COTA: 81,96 N.E.G.T. 80,13 FECHA 18/11/82

0 a 1,00m	- Arcilla negra.
1,00 a 1,29	- Arcilla gris, con pátinas naranjas y negras con cantos.
1,29 a 1,81	- Limo gris con pátinas naranjas y gravilla de cuarzo.
1,81 a 2,00	- Napa de agua. Nivel de arena fina. Después limo naranja y cantos que no fue posible extraer.
2,00 a 3,00	- Limo gris, con pátinas verdes, más arenoso, con pátinas negras.
3,00 a 3,28	- Limo con trozos de arcilla estratificada, color más rosado.

SONDEO Nº.8/178 - 085

- COTA: 81,23 N.E.G.T. 80,30 FECHA 18/11/82

0 a 0,15m	- Suelo negro-arcilloso, con tapíz vegetal.
0,15 a 0,68	- Arcilla negra.
0,68 a 0,84	- Arcilla gris, con gravilla y trozos de carbonato.
0,84 a 0,95	- Limo gris, con gravilla y trozos de carbonato.
0,95 a 1,30	- Limo gris, con pátinas amarillas y algo de gravilla. Cantos de cuarzo de 2 cm.
1,30 a 1,36	- Nivel de arena.
1,36 a 1,98	- Limo gris, con pátinas naranjas.
a 2,06	- Napa de agua.
1,98 a 3,18	- Limo gris, con cantos de cuarzo y de granito hasta de 1 cm, pátinas naranjas, a veces con gravilla.
3,18 a 3,30	- Limo con arena media y gruesa.
3,30 a 3,40	- Limo arenoso, con trozos de arcilla. Al final matriz arcillo limosa de la tillita entre naranja y morado.

SONDEO Nº.9/178 - 065

- COTA: 80,92 N.E.G.T.:80,13 FECHA 18/11/82

0 a 0,10m	- Suelo arenoso marrón, reseco.
0,10 a 0,40	- Suelo arcilloso marrón.
0,40 a 0,50	- Igual y trozos de carbonato y un débil nivel de arena fina.
0,50 a 0,71	- Arcilla gris, con pátinas negras y naranjas y alguna gravilla.
0,71 a 0,84	- Igual, sin cantos ni gravilla.
0,84 a 0,91	- Limo arenoso gris, sin cantos.
0,91 a 1,01	- Se vuelve más rosado, nódulos negros.
1,01 a 1,29	- Arena fina a media, color grisáceo, sin arcilla.
1,29 a 1,67	- Limo gris con pátinas negras y naranjas.
1,67 a 1,88	- Arena media color naranja.
1,88 a 2,20	- Limo gris que se vuelve más rosado.
2,20 a 2,83	- El limo tiene cantos hasta de 4 x 2 cm , redondeados y gravilla muy rodada, otros de 2-3 cm y arena fina y media.
2,83 a 3,33	- Limo naranja pero con cantos y arenoso.

En la figura Nº.23 se ha representado gráficamente el resultado de los sondeos para simplificar su interpretación.

Los materiales encontrados fueron los siguientes: arcilla negra, arcilla gris, limos grises y limos naranjas además de arenas de grano variado. En términos generales se reencuentran los mismos tipos de suelo que fueron observados en los aluviones del arroyo Malo.

Se puede notar una mayor abundancia de mica en los componentes de grano más fino y una mayor cantidad de niveles arenosos intercalados entre los aluviones arcillosos e incluso aflorando, como puede verse en la carta I-20.000 (Nº.VII).

2.2.3 - Perfiles geológicos.

Dada la escasez de información se han hecho solamente dos perfiles geológicos con la finalidad de hacer resaltar las relaciones entre los distintos tipos de suelos.

Estos perfiles se muestran gráficamente en la figura Nº.24 donde se representa el perfil que abarca los sondeos 4, 3, y 1; y en la figura Nº.24 B se muestra el perfil de los sondeos 8, 7, y 9, los dos de rumbo groseramente NW-SE.

Aquí también puede apreciarse una cierta regularidad en la secuencia de sedimentación donde nuevamente los limos anaranjados están en la base, luego vienen limos grises más o menos arcillosos con niveles de arena, grava y cantos rodados y en la parte superior las arcillas negras o marrones.

Los perfiles fueron mostrados porque, aunque muy preliminares, sirven para señalar que existen muchos más niveles arenosos que en los aluviones del arroyo Malo, lo cual puede perjudicar la aptitud de los materiales en su comportamiento a la plasticidad y a la permeabilidad.

2.2.4 - Resultados de los ensayos de laboratorio. Las muestras extraídas fueron señaladas en la descripción de los perfiles de los sondeos. En general abarcan 1m de espesor y se han incluído los niveles arenosos porque luego serían imposibles de separar en el eventual caso de utilizarse como material de préstamo.

Los ensayos realizados fueron: Límites de Atterberg, Granulometría y Próctor. Los resultados de los primeros ensayos sirven para la clasificación según el Sistema Unificado, AASHTO y el cálculo del índice de grupo.

Muestra	% <74 micras	LL	LP	IP	Clasificación S.U.	Clasificación AASHTO	I. de Grupo
P1-M1-187/033	72	38	18	20	CL	A - 6	11
P1-M1	63	29	15	14	CL	A - 6	8
P1-M2	55	31	14	17	CL	A - 6	7
P3-M2	64	31	16	15	CL	A - 6	8
P3-M1	67	34	16	18	CL	A - 6	10

Las muestras P1-M1-187/033 , P1-M1 y P3-M1 corresponden a arcillas negras y grises, mientras que las restantes pertenecen a muestras descritas en el campo como limos grises con niveles más arcillosos y niveles arenosos.

Los resultados muestran nuevamente coincidencia en los porcentajes de materiales finos y en los índices de plasticidad entre las descripciones de campo y los datos analíticos.

En el ábaco de plasticidad todos estos suelos se ubican encima de la línea "A" y próximos entre sí (ver figura Nº.25). Como tipo de suelo serían todos arcillas inorgánicas de plasticidad media, resultando con aptitud para el fin propuesto.

2.5 - Estimación de reservas. La información reunida no es suficiente para estimar el volumen de reservas porque aunque los perfiles geológicos señalan gran homogeneidad de sedimentación, corresponden a zonas aisladas entre sí y en relación la distancia entre sondeos es muy pequeña.

2.6 - Conclusiones. Esta zona de aluviones se presenta como de potencia media y extensión similar o mayor a la del arroyo Malo.

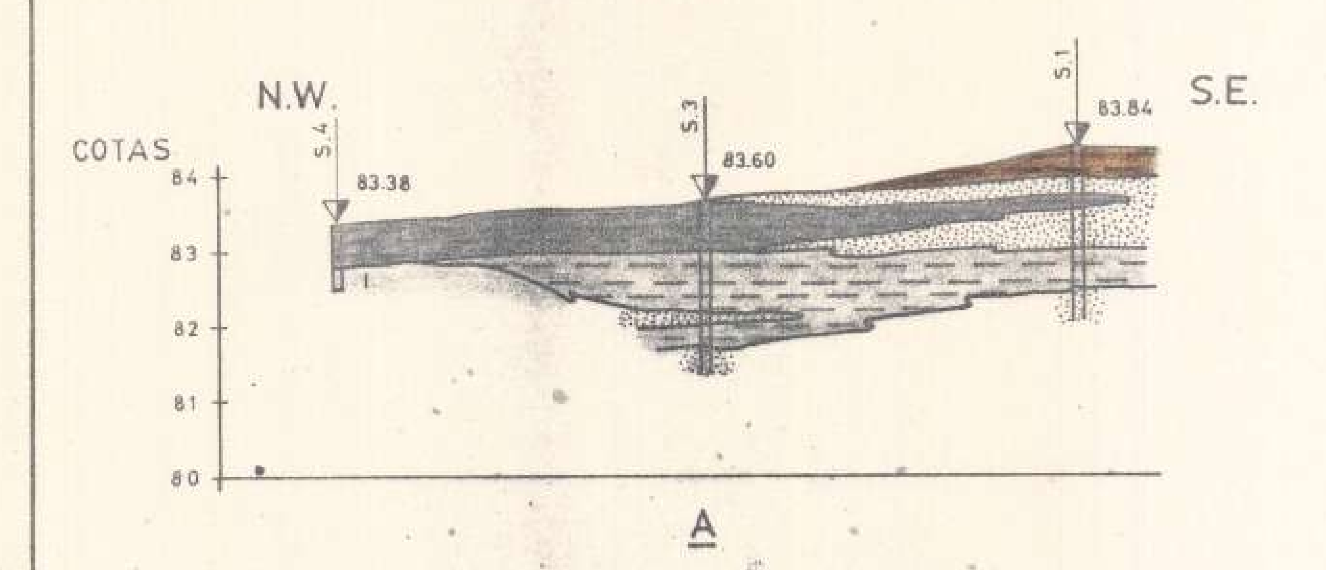


Las pocas muestras analizadas parecen indicar un comportamiento homogéneo frente a las propiedades plásticas a pesar de la heterogeneidad granulométrica a escala decimétrica.

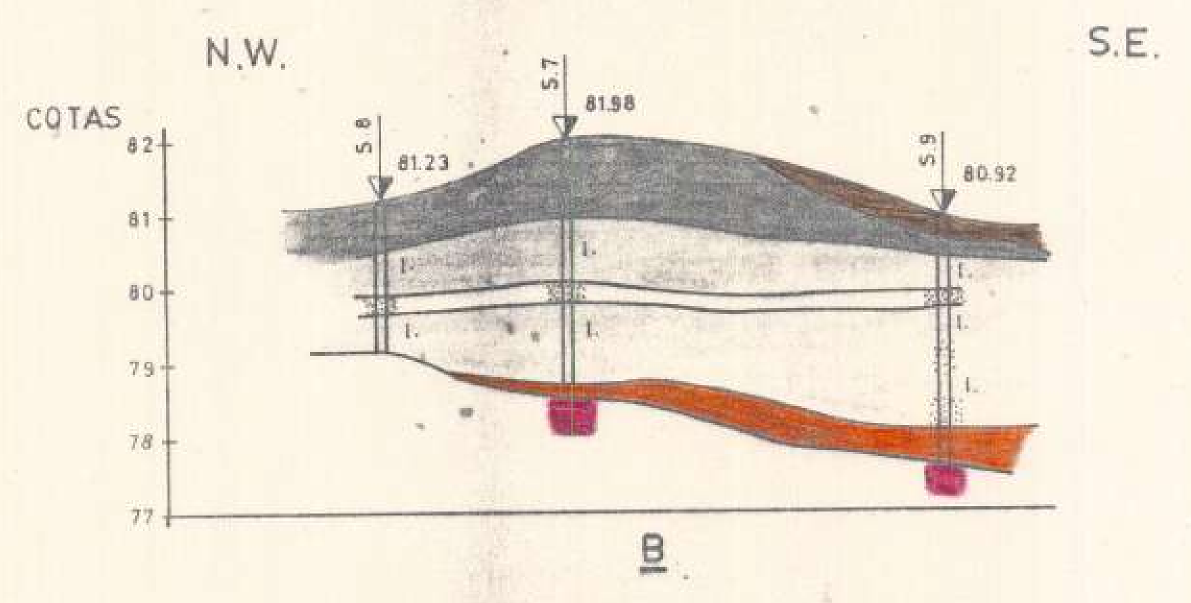
Un hecho a señalar es la mayor cantidad de arena en los depósitos y la abundancia de mica en los sedimentos más finos. Este contenido en mica si bien no afecta las propiedades plásticas puede perjudicar otras propiedades físicas de los suelos aluviales, que deberán estudiarse en caso de elegir esta zona como eventual material de préstamo.

ALUVIONES ARCILLOSOS DEL ARROYO SARANDÍ

PERFILES GEOLÓGICOS



A



B

REFERENCIAS:

- S. 4 — Nº DEL SONDEO
- ARCILLA
- ARCILLA
- ARCILLA
- LIMO (l.)
- LIMO (l.)
- ARENA
- FORMACIÓN SAN GREGORIO-TRES ISLAS

ESCALA VERTICAL: 1:100
ESCALA HORIZONTAL: 1:8.000

– EL COLOR REPRESENTA ESQUEMÁTICAMENTE AL DEL MATERIAL ORIGINAL

Figura 24

ALUVIONES DEL ARROYO SARANDÍ

ABACO DE PLASTICIDAD

SEGÚN A. CASAGRANDE



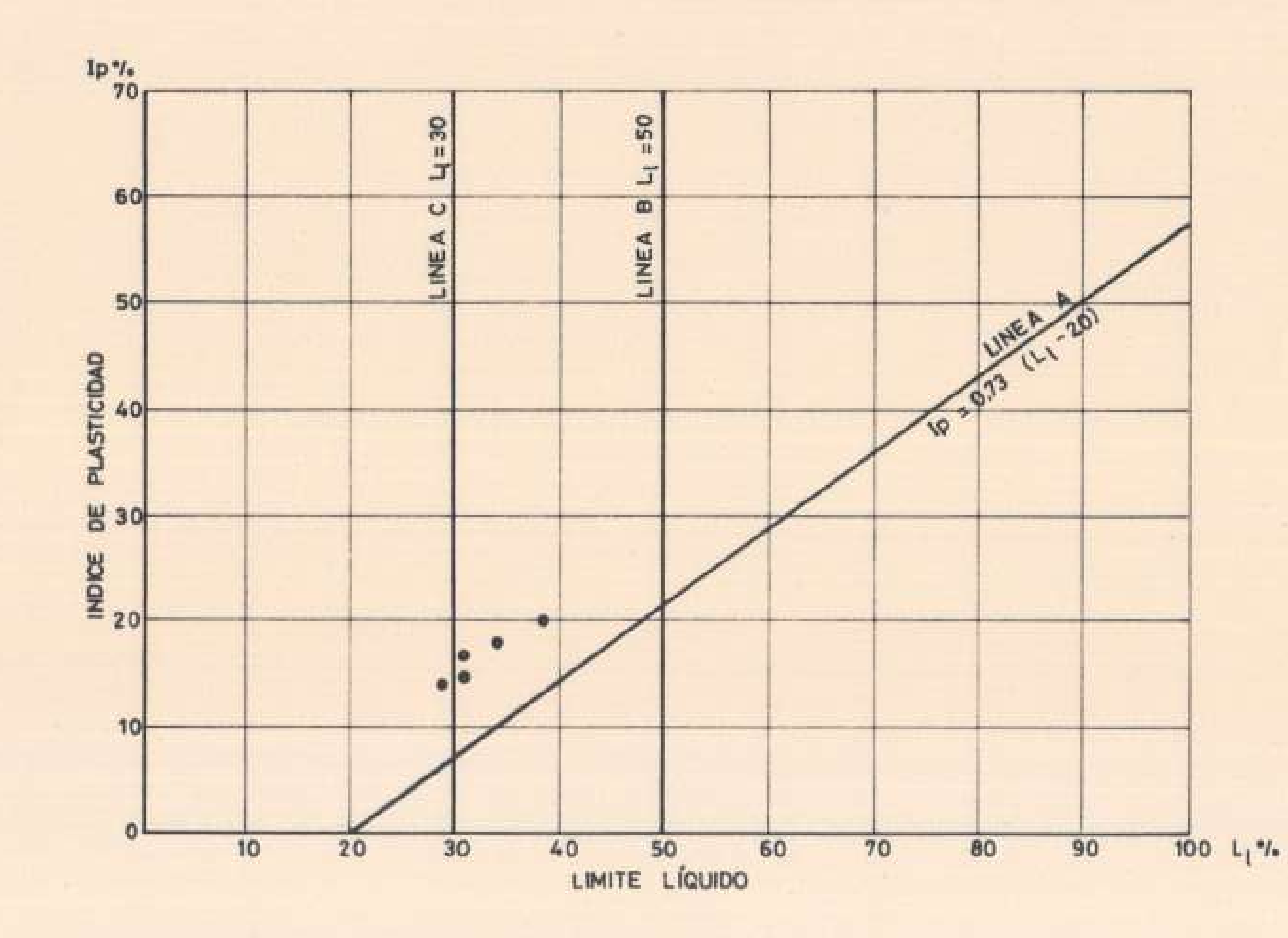


Figura 25

2.3 - Conclusiones y Recomendaciones. El área principal de aluviones es la del arroyo Malo. Posee un volumen estimable en 5 millones de metros cúbicos ± 37 %, se encuentra muy cerca del lugar previsto para la presa, tiene buenos accesos y casi un tercio del material está compuesto por arcillas con LL superior a 30.

Los aluviones del arroyo Sarandí son técnicamente aptos, pero fueron poco estudiados, tienen difícil acceso y quedan muy alejados del sitio previsto para la presa.

En definitiva, de este estudio preliminar, surge que los aluviones del arroyo Malo tienen que ser encarados con prioridad como préstamo de tierra para el núcleo impermeable de la presa. Es altamente probable que el volumen sea suficiente y que la composición granulométrica y mineralógica se mantenga constante en toda la extensión estudiada.

Para su evaluación definitiva es necesario:

- realizar una malla regular de sondeos cuyo lado tendrá que determinarse para obtener un error inferior al 10 % en las evaluaciones del espesor y del comportamiento plástico (LL, LP e IP) de cada capa componente.
- hacer ensayos de compactación por cada grupo de valores LL - IP.
- evaluar el volumen final obtenible del volumen que ocupan los suelos en estado natural y la necesidad de compactación para obtener la máxima densidad (Próctor).
- determinación sistemática en todas las muestras del contenido en sustancia orgánica, a pesar de que el estudio de la plasticidad indica bajo contenido.
- evaluación de la permeabilidad en condiciones de máxima compactación y para la humedad óptima.

Los estudios geológicos indican que existen altas probabilidades de que los aluviones arcillosos del arroyo Malo constituyan el préstamo adecuado en volumen y calidad, de modo que lo más rentable es comenzar por evaluar estos parámetros con bajo margen de error (inferior al 10 %). Recién en el eventual y casi hipotético caso de que no se obtengan los volúmenes y/o las calidades deseadas en esta zona, habrá que estudiar los aluviones del arroyo Sarandí.

VII - 3. Diques basálticos

3.1 - Ubicación

Dos diques atraviesan el área de estudio, uno con rumbo aproximado N 35 W, recortando la zona centro-SW en forma casi diagonal (DIQUE I); el otro, con una dirección aproximadamente N 45 W, se encuentra desplazado aproximadamente 5 km hacia el SW del área respecto al anterior (DIQUE II); (ver fig. 4).

3.2 - Naturaleza de la roca

Se trata en general de un basalto en cuya matriz de grano fino se distinguen fenocristales de feldespato de 1 a 4 mm. Esta granulometría determina para el Dique I una textura porfídica y en algunos casos glomeroporfídica; y para el Dique II una textura generalmente glomeroporfídica. En ambos diques la textura puede presentarse raramente como equigranular.

Localmente existen variaciones de tamaño de grano, que puede llegar a medio y grueso.

Del estudio de la totalidad de las muestras descriptas se obtuvieron los siguientes datos de granulometría:

	% del total de las muestras descriptas	
tamaño de grano	DIQUE I	DIQUE II
fino	77,4	75
medio	9,9	18,7
grueso	12,7	6,3

El color de la roca varía entre gris azulado oscuro y rojizo de distintos tonos, que en algunos casos responde a fenómenos de meteorización.

El basalto de ambos diques presenta magnetismo de modo casi constante, en una frecuencia representada porcentualmente en el siguiente cuadro:

grado de magnetismo	DIQUE I	DIQUE II
magnético	58,1	55,5
débilmente magnético	32,4	33,3
no magnético	9,5	11,2

A fin de determinar en forma preliminar la petrografía de los Diques I y II se prepararon cuatro láminas delgadas, que fueron seleccionadas de la siguiente manera:

- en el Dique I las muestras P5M1-2/138-019 al NW del Río Negro y P34M1/178-088 al SE del Río Negro, que corresponden a los afloramientos 4 y 25 respectivamente de la carta VIII.
- en el Dique II las muestras M3/180-024 al NW del Brazo de las Cañas y E/180-097 al SE del Brazo de las Cañas correspondientes a los afloramientos 4 y 26 respectivamente de la Carta IX.

Del estudio de las láminas delgadas se desprenden los siguientes resultados:

La muestra P5M1-2/138-019 se estudió en una lámina con una superficie de 0,5 cm^2. Se observó:

Textura microglomeroporfírica plagioclásica, con cristales abundantes de 0,6mm que pueden alcanzar 1mm. La matriz presenta textura intergranular, con plagioclasa de 0,15 a 0,25 mm en listones no orientados, el piroxeno globuloso a prismático de 0,06 a 0,12 mm más abundante que la plagioclasa. La magnetita subautomorfa de 0,15 mm es poco abundante.

Roca bastante fresca.

La muestra P34M1/178-088 se estudió en una lámina con una superficie de 0,2 cm^2. Se observó:

Textura microglomeroporfírica plagioclásica, tamaño 0,8 a 0,9 mm, con cristales de olivino de 0,4 mm.

La matriz intergranular está constituída por plagioclasa de 0,12 a 0,15 mm, el piroxeno en granos globulosos de 0,04 a 0,07 mm domina sobre la plagioclasa.

Roca fresca.

La muestra M3/180-024 se estudió en una lámina con una superficie stándar. Se observó:

Textura pilotáxica afieltrada, con granos de piroxeno entre las plagioclasas. Cristales de plagioclasas en listones de 0,1 a 0,3 mm; magnetita subautomorfa sin orientación con un tamaño entre 0,05 y 0,12 mm; piroxeno globuloso a débilmente prismático (prismas cortos) de 0,04 a 0,06mm. Aparecen dos fenocristales de plagioclasa de 0,8 mm en dos etapas de crecimiento de la misma.

Presenta cantidades equivalentes de plagioclasas y piroxeno. La magnetita es abundante llegando a un 10%.

El grado de meteorización es bajo.

La muestra E/180-097 se estudió en una lámina con una superficie stándar. Se observó:

Textura pilotáxica afieltrada, con plagioclasas en listones de 0,10 a 0,25 mm, piroxeno globuloso a débilmente prismático (prismas cortos) con un tamaño de 0,03 a 0,05 mm y, magnetita subautomorfa de 0,02 a 0,07 mm.

En esta preparación hay pequeñas variaciones del tamaño de grano.

Roca algo alterada. Esta alteración sólo llega a los piroxenos y no alcanza a las plagioclasas.

Cabe señalar que el tipo de textura en las cuatro muestras estudiadas no presenta vidrio. Esta característica es favorable en el basalto para su uso como material para hormigón, por el contacto con el cemento.

También es una característica tecnológica positiva para la molienda la textura homogénea.

El grado de alteración nunca es tan importante porque no alcanza al piroxeno, la plagioclasa se conserva sana.

3.3 - Estructuras

Los dos diques tienen rumbo aproximadamente paralelo.

El DIQUE I varía en términos generales entre N 20 W y N 60 W, tomando localmente valores cercanos a NS y N 40-45 E. Para éste, el valor promedio de las medidas generales es de N 35 W.

El DIQUE II tiene un rumbo variable entre N 35 W y N 65 W, llegando localmente a N 80 W y siendo el valor más constante el de N 40 W.

El valor promedio de las medidas generales es de N 45 W.



El buzamiento de los flancos no pudo ser medido en el campo para ninguno de los dos filones, dado que salvo excepciones el contacto con la roca de caja no es visible por hallarse cubierto por suelo; sólo pudo determinarse en líneas generales el buzamiento del plano de diaclasado que acompaña la dirección del filón y que es comunmente cercano a la vertical, lo que permite suponer que salvo variaciones locales, la posición del filón también es aproximadamente vertical.

El diaclasado se presenta en una dirección principal muy manifiesta: N 50-55 E, cortada por otras direcciones de diaclasado secundario que presentan pequeñas variaciones de un dique a otro. En el DIQUE I éstas se agrupan en zonas localizadas con valores entre:

N 20-25 W	N 60-65 E
N 30-50 W	N 70-75 E
N 60-65 W	N 80-85 E

siendo de entre ellas la más importante N 30-50 W que representa aproximadamente el rumbo del dique. En el DIQUE II el diaclasado se encuentra localizado entre los siguientes valores:

N 10-30 W	N 50-65 E
N 35-45 W	N 40-45 E

siendo la más importante N 35-45 W, que también representa aproximadamente el rumbo del dique (ver figs. 26 y 27).

Estos sistemas de diaclasas se hallan incluídos en planos cercanos a la vertical. Además existe, por lo general, un tercer plano sub-horizontal que junto con los anteriores determina, hasta la profundidad que pudo observarse, la existencia de prismas de tamaño variable entre bloques de aproximadamente o,5 m de diámetro en sus máximas dimensiones y clastos de cerca de 0,01 m de diámetro.

Es común que el plano que contiene el diaclasado principal se presente con separaciones del orden de 0,01 a 0,05 m, en tanto que los otros dos lo hacen entre 0,20 y 0,50 m, determinando la formación de losas.

3.4 - Forma de los afloramientos

En el DIQUE I en la casi totalidad de los casos, los afloramientos presentan escasa extensión superficial, variando entre 10 y 30 m de longitud y entre 6 y 12 m de potencia, aunque a veces puede llegar a los 20 m.

Resulta interesante transcribir la descripción de un afloramiento de 20 m de potencia en donde pudieron observarse aquellas características que se describen como típicas para un dique de basalto, aunque se señala que este perfil no pudo generalizarse dado los malos afloramientos.

0 a 5 m — roca muy alterada, fisurada hasta el punto de dar pequeñas bochas que se desagregan con la mano.

5 a 8 m	roca alterada, en lajas determinadas por diaclasas cada 2 a 6 cm. El tamaño de grano es fino.
8 a 12 m	roca fresca, fisurada en bochas de 50 a 60 cm. La textura es glomeroporfídica.
12 a 15 m	roca alterada y muy diaclasada.
15 a 20 m	roca totalmente alterada y parcialmente cubierta por suelo.

La máxima altura de los afloramientos queda expuesta en las zonas altas, siendo frecuente su desaparición en los cursos de agua.

Las mejores exposiciones se dan en las excavaciones, teniendo estas, dimensiones variables entre 10 y 30 m de longitud, ancho, el del filón o menor y profundidad entre 0,5 y 1,5 m. Pudo verse también una pequeña cantera fuera de explotación en el extremo NW del dique.

En el DIQUE II los afloramientos se presentan en general en forma similar al anterior, aunque hacia el NW son mucho mayores, especialmente en los 2 kilómetros antes de llegar al Río Negro en sentido SE-NW. En este tramo su presencia llega a determinar elevaciones alargadas de pendientes notorias en relación al resto del área, y en cuya parte superior se presentan afloramientos contínuos, de hasta 1,5 m de altura y 14 m de potencia media, donde el diaclasado determina la existencia de bloques de 0,1 a 1 m de diámetro. Estos afloramientos sólo desaparecen en las cercanías de las cañadas, reapareciendo incluso en los cauces de las mismas.

3.5 - Meteorización.

En general, la roca presenta fenómenos de alteración en grados variables, que llegan incluso a determinar, en varios casos, la no aparición de los filones.

Las manifestaciones macroscópicas de esta alteración son: el color, que a medida que el fenómeno progresa adquiere tonos más rojizos y marrones, la pérdida de tenacidad y la presencia, en algunos casos, de bloques redondeados (bochas). En algunas muestras de mano pudo constatarse un alto grado de alteración de los feldespatos.

Comunmente aparecen costras superficiales de mayor alteración, de aproximadamente 5 a 20 mm.

La densidad del diaclasado influye manifiestamente en el grado de meteorización. En los tramos en que el diaclasado es

más denso, determinando la formación de lajas, la roca suele presentar una mayor alteración, dando afloramientos pobres, a ras del suelo, que llegan incluso a desaparecer.

El DIQUE I se encuentra mucho más meteorizado que el DIQUE II, siendo característico del primero que hacia los bordes aumente la costra de alteración y se densifique el diaclasado a tal punto de dar pequeñas bochas de alteración que se desagregan con la mano y, finalmente suelo.

Las características de los Diques I y II pueden observarse en las fotos 35 a 43 inclusive.

3.6 - Estimación del Volumen de Roca.

Para el cálculo se establecieron tres categorías de roca:

- roca fresca, observada en el campo como tal.
- roca alterada, observada en el campo como tal.
- roca interpretada, incluye a las anteriores y agrega roca fotointerpretada que no aflora pero cuya presencia cercana es indicada por un cambio característico en la vegetación, corresponde a la categoría de basalto interpretado de las cartas de filón de basalto I y II. (VIII y IX).

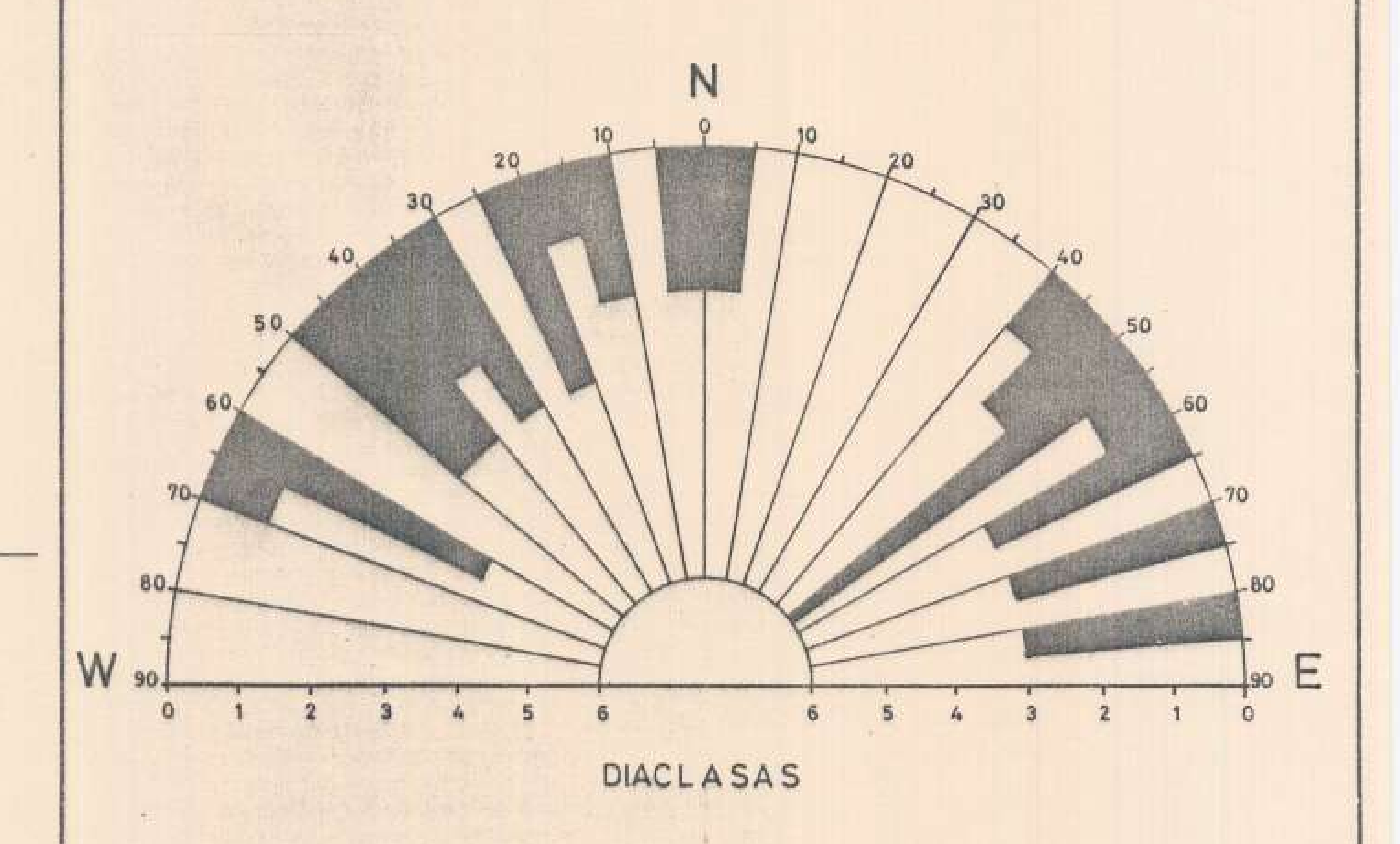
Los volúmenes de roca fueron calculados en base a las áreas observadas y a una profundidad de 20 m. Esto supone que la roca mantiene sus características en profundidad, lo cual seguramente no es el caso, es de esperar que el grado de alteración disminuya con la misma. De todas formas se prefirió mantener estas categorías porque podrían ser indicadores de volúmenes de roca con diferentes suceptibilidades a la alteración.

La profundidad de 20 m fue establecida como límite por estimarse de que más allá de ella podrían producirse problemas en cantera (napa freática, etc.), si bien la profundidad real del filón puede suponerse de varios Km.

En lugares bajos, las profundidades de explotación y consecuentemente los volúmenes fueron corregidos utilizando las curvas de nivel de las cartas topográficas a escala 1:50.000; tarea que se vio dificultada por la falta de varias curvas.

Se tomaron en cuenta para el cálculo sólo aquellas partes del filón (la mayoría) que sobrepasan los 8 m de potencia, descartándose en consecuencia filones secundarios y ramificaciones que no alcanzan nunca dicha potencia.

DIAGRAMA DE FRECUENCIA DE DIACLASAS DEL DIQUE I

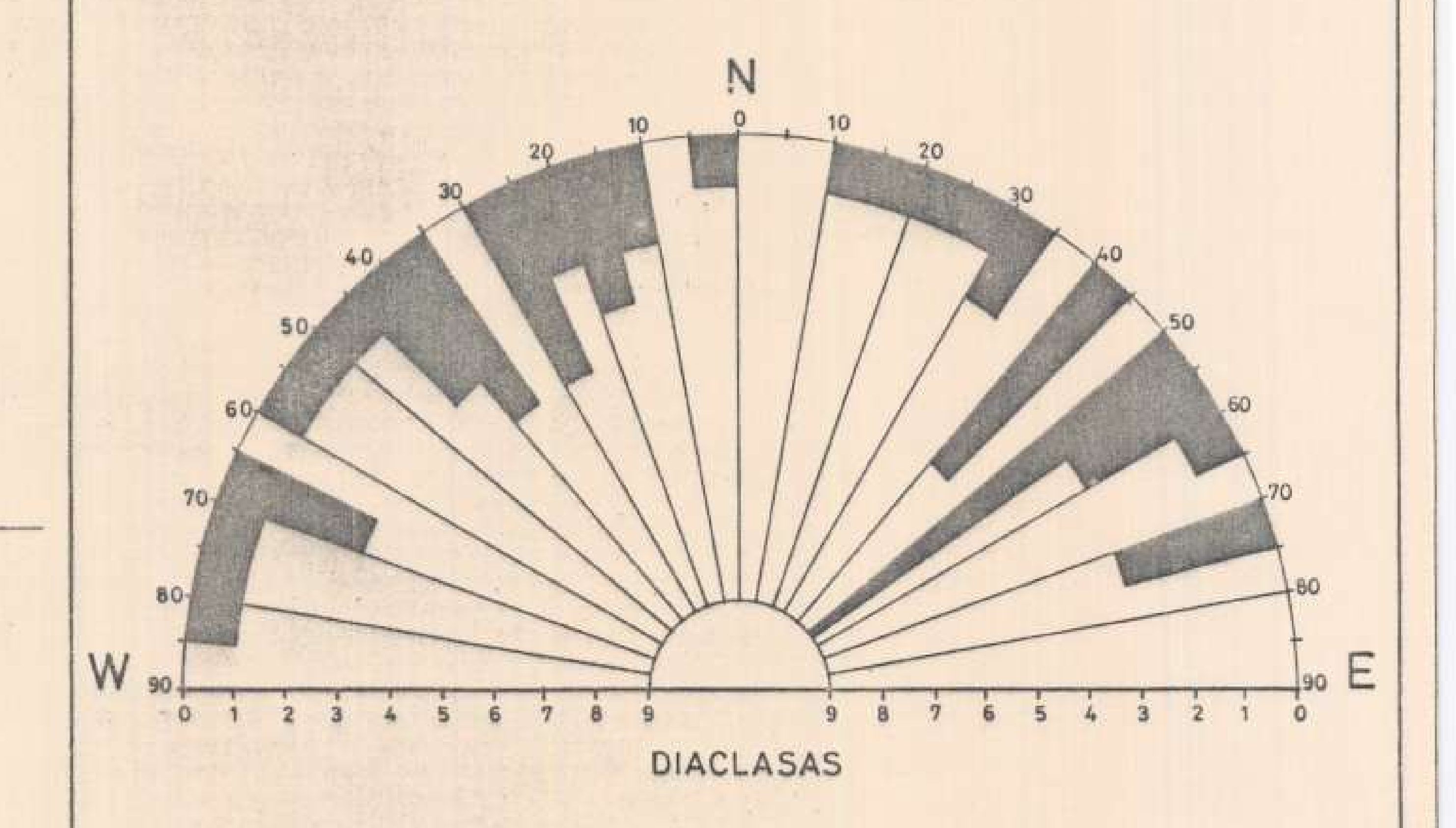


REFERIDO AL FOTOÍNDICE "SANTA CLARA"
FOTO AÉREAS:

180-021 y 020
180-034
180-092 y 093
178-032 y 088

Figura 26

DIAGRAMA DE FRECUENCIA DE DIACASAS DEL DIQUE II



REFERIDO AL FOTOÍNDICE "SANTA CLARA"

FOTOS:

180-028
180-097 y 096
178-028 y 092
138-025 y 026

Figura 27

Volúmen de roca en miles de m^3

	DIQUE I		DIQUE II		
	A	B	C	D	Total
Fresco en superficie	0	Indet.	70	400	500 (aprox.)
Alterado en superficie	30	500	130	1100	1760
Interpretado	150	1500	200	1500	3350

Donde: A = Al NW del Brazo de las Cañas.
B = Al SE del Brazo de las Cañas.
C = Al NW del Río Negro.
D = Al SE del Río Negro.

3.7 - Conclusiones.

Se estima que existen en el área, en los dos diques estudiados, volúmenes de roca basáltica potencialmente explotable del orden de los 3.000.000 de m^3.

Los mismos podrían utilizarse como:

a bloques para protección de taludes.

b áridos gruesos, medios y finos para hormigón.

Con respecto al punto a, el relevamiento de campo mostró que no existen en el Dique I en superficie afloramientos en que el diaclasado permita extraer bloques de tamaño adecuado, excepto algunos muy pequeños y localizados.



En el Dique II las condiciones serían más favorables sobre todo al SE del Río Negro desde unos dos kilómetros antes de llegar al mismo, hasta él, donde se dan tramos relativamente extensos (de 20 a 100 m) de roca con un diaclasado superficial que determina bloques del orden de 0,5 m de diámetro mayor, que con potencias de 14 m y profundidades potenciales de explotación del orden de los 20 m rendirían cada uno aproximadamente 5.000 a -- 3.000 m^3 de roca total.



Es posible sin embargo que aún de estos tramos no pueda obtenerse el volúmen de roca requerido para este fin, salvo que el diaclasado encontrado en superficie permita en profundidad extraer bloques del tamaño adecuado.

Respecto a la estabilidad del material en las condiciones a las que sería sometido, puede decirse solo que mecánicamente es muy resistente, y que el grado de alteración de la roca que se presenta macroscópicamente como fresca es muy bajo.

Con respecto al punto b, la roca no útil para los fines antes mencionados por quedar al extraerla en fragmentos pequeños, podría, llevándola por molienda a la medida adecuada, ser utilizable como árido para hormigón.

Asimismo los tramos intercalados con los anteriores del orden de 10 a 50 m, con diaclasados en superficie del orden de 0,05 a 0,2 m, podrían ser utilizados también, previa molienda, como áridos para hormigón. Otros tramos con diaclasados más cerrados no serían aprovechables.

El Dique I más cercano y con un diaclasado generalmente más cerrado que en el anterior, que incluso facilitaría la trituración, puede llegar a ser más conveniente para ese uso.

Las características petrográficas de las rocas de ambos diques, tales como su uniformidad y bajo grado de alteración hacen pensar que serían aptos para la molienda. Asimismo la ausencia de vidrios en la composición de las muestras de rocas estudiadas sería una propiedad favorable para su uso como árido para hormigón.

Los volúmenes estimados sobrepasan para ambos diques lo requerido tanto para áridos gruesos, como para áridos finos y medios, sin embargo su extracción podría presentar dificultades dado que la baja potencia que presentan ambos diques obligaría, para extraer el volúmen de roca necesario, a una explotación en una larga franja con un frente relativamente pequeño. No se *

3.8 - Recomendaciones.

A fin de definir el volúmen de reservas de los diques basálticos como materiales para los usos ya mencionados se estima conveniente la realización de los siguientes estudios:

- Cartografía de detalle a escala de trabajo 1:2.000, cartografía 1:5.000 o aún de más detalle en los puntos que se considere necesario, con el correspondiente apoyo topográfico.
- Muestreo de los puntos considerados de mayor interés a fin de realizar los ensayos correspondientes a cada uso posible, básicamente:
  - comportamiento a la molienda.
  - suceptibilidad a la alteración.
  - resistencia mecánica.

En este sentido sería de interés comparar la petrografía y demás propiedades encontradas con las de otros basaltos utilizados con los mismos fines en las presas de Rincón de Bonete, Bay-

gorria, Palmar, y Salto Grande; obteniéndose de esa manera una indicación de como podría comportarse la roca en obra.

- Excavación de trincheras profundas y muestreo en los puntos más aptos.

- Realización de perforaciones a fin de determinar la variación con la profundidad de aquellas características de mayor interés. 20 m

- Finalmente deben encararse los estudios necesarios a fin de evaluar las características técnicas de aquellos materiales que podrían ser aptos como alternativa al basalto para los fines mencionados. Estos son:

- para bloques para la protección de taludes la arenisca silicificada de la cuchilla de Santo Domingo en las cercanías del cerro Vichadero (ver punto VII.4).

- para áridos para hormigón, los niveles de cantos encontrados 3 km al sur de Rincón de González, y en Rincón de Alonso, (ver punto VII.4); y el Arenal I.

VII.4 <u>Otros materiales</u>.

En las recorridas de relevamiento geológico del área se tuvo especial atención en determinar otros materiales que fueran potencialmente aprovechables para ser empleados en la ingeniería de la presa.

En el camino de entrada al área, al norte del Río Negro, y a unos 7 km de la zona donde se han trazado los perfiles, hay una pequeña excavación de unos 10 m de diámetro y 1 metro de profundidad, rodeada por y en parte por antiguas escombreras. Este material se trata de la roca matriz, tillita, en los términos geológicos que ya hemos definido, medianamente consolidada, y que forma gran parte del basamento del área y se puede definir como semipermeable a impermeable.

En muestra de mano resulta ser una roca limo arcillosa, con variaciones areniscosas, de colores naranja y morado, pero en sitio presenta cantos de diversas granulometrías, que como ya se definió anteriormente pueden medir desde 1 cm a bloques de 2 - 3 metros de diámetro. El porcentaje de estas granulometrías no fue posible estimarlo dado que esta roca presenta afloramientos muy escasos que se limitan a esta excavación y a las cunetas del camino.

Análisis solo de materiales arcillosos o de arenas.

La muestra se componía de 60 Kg de material, extraído en parte de la pared de la cantera y por otro lado de las pilas de material removido; tratando en lo posible de muestrear sin suelo vegetal, dado que esta excavación data de mucho tiempo y ya se encuentra algo cubierta por vegetación. ¿por qué no figuraba?

La única determinación que se previó para este material que no figuraba en la lista de lo solicitado por el convenio de trabajo y que se denominó C54M1/11, fue el ensayo de compactación que se realizó en las mismas condiciones que los ensayos anteriormente citados. (ver fig. 21). ¿?

Los resultados obtenidos en el Departamento de Suelos de la Facultad de Ingeniería son los que se exponen a continuación:

Muestra	Peso unit.máx.	% H_2O óp.
C54/M1/11	1,82	13,5

Como en el ensayo se observó que presentaba granulometrías por encima de 1/4 de pulgada se realizó también una determinación granulométrica con el siguiente resultado:

El 57% fue retenido sobre 1/4 de pulgada, lo que dará lugar a pensar en correciones en los resultados del ensayo Próctor, lo que plantea el problema de las diversas granulometrías constituyentes de la tillita. ¿?

Estos materiales son de matriz algo variable desde la limo arcillosa que se ensayó en la muestra C54M1/11, hasta términos areniscosos.

En función del contenido de arcilla, limo y arena estas rocas van a tener un comportamiento diferente desde el punto de vista de la permeabilidad, desde el punto de vista de la compactación y, por ende, de su eventual uso como material de construcción.

Dado que puede tratarse de un material de utilidad en la zona, resultaría importante cartografiar en detalle en los alrededores de la futura presa cada una de las litologías arriba referidas. ¿por qué?

Sería de interés también determinar la permeabilidad de estas rocas en sitio una vez decompactadas.

La permeabilidad de estas rocas puede variar desde 1 a 10^{-4} darcys; o sea 20 a 2×10^{-3} galones/día/pie^3.

- En la cuchilla de Santo Domingo en las cercanías del Cerro Vichadero, se encuentra una arenisca fina con grados varia-

≈ 10 km o 12

¿serían materiales para filtros y etc.?

bles de silicificación. Esta característica da lugar a pensar que podría ser apta como material para obtener bloques para la protección de taludes.

El tamaño de los bloques determinados por el diaclasado es variable desde unos 0,2 m de arista hasta superiores a 1 m, e incluso enormes planchas.

Es de hacer notar que si bien toda la roca es tenaz la silicificación pudo observarse sobre todo en una costra que no sobrepasaba los los 0,07 m.

A fin de determinar el posible aprovechamiento de este material deberían llevarse a cabo las siguientes etapas de estudio:

- cartografía 1:20.000 del área de afloramiento.
- ensayos preliminares para definir la aptitud de esta roca para la protección de taludes.
- de resultar la roca apta en los ensayos preliminares en un área suficientemente extensa, podrán proseguirse los estudios realizando cartografía de detalle y un plan de sondeos a fin de determinar la variación de esas características en profundidad.

- En las cercanías del área de la futura presa, unos 3 km al sur del Rincón de González y en el SW de Rincón de Alonso, se presentan depósitos de cantos cuya potencia máxima no pudo ser establecida, pero que variaba entre una débil cobertura hasta más de 0,8 m de potencia.

Estos niveles representarían un material potencialmente apto como árido para hormigón; sin embargo las superficies implicadas y el bajo espesor de los depósitos, factores que determinarían que el volumen esté posiblemente por debajo de lo requerido, así como lo disperso de los mismos desaconsejan en principio su uso. No obstante lo cual podrían estudiarse como alternativa para cubrir parte de los volúmenes requeridos para ese uso.

Para ello debería realizarse una cartografía de detalle, escala de trabajo 1:5.000 o menor, así como cateos y toma de muestras para ensayos de laboratorio.

Debe mencionarse además que estos niveles, por lo que se pudo observar en el campo son deficientes en finos, lo cual no podría solucionarse ni siquiera por la mezcla con los materiales

presentes en el Arenal 1, debiéndose posiblemente tener que completar la curva granulométrica entre 0,5 y 5 mm con material de molienda de uno de los diques o arena gruesa que eventualmente podría encontrarse en el lecho del río.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VIII.1 - Conclusiones

- El sustrato del área está constituído por la Formación San Gregorio-Tres Islas, recortada en dirección N 35-45 W por dos diques basálticos y en parte cubierta por Formaciones Superficiales (areniscas, arenas, cantos y aluviones).

- En el área de la presa la Formación San Gregorio-Tres Islas se presenta fundamentalmente como areniscas finas y muy finas apoyadas, según el corte geológico, Perfil I, sobre tillitas y areniscas conglomerádicas intercaladas. Las areniscas presentan promedialmente entre dos y cuatro diaclasas/metro, siendo los rumbos dominantes de la fisuración N 20-45 W y N 70-75 E. El buzamiento de las areniscas es sub-horizontal.

- En las áreas en que se insunúan posibles comunicaciones entre el lago y la restitución en el río, los afloramientos son muy escasos y cuando se presentan corresponden en general a los característicos de la Formación San Gregorio-Tres Islas, predominando en el sur las areniscas finas y en el norte las tillitas y areniscas conglomerádicas.

- Con respecto a los materiales se encontró que:

  - Existe un volúmen de arenas finas en el área de la presa tal que supera los requerimientos de este material dentro de una mezcla de áridos para hormigón, y que es tolerable por las normas.

  - El área principal de aluviones estudiado se encuentra en el arroyo Malo, con un volúmen estimado de 5 millones de metros cúbicos ± 37% de materiales impermeables para el núcleo de la presa.

  - Del relevamiento de los diques de basalto puede concluirse que el Dique I solo podría proveer material para obtención de áridos para hormigón, mientras que el Dique II podría además potencialmente suministrar bloques para la protección de taludes. El volúmen estimado de basalto alcanza la cifra de aproximadamente 3 millones de metros cúbicos para una potencia máxima de 20 metros.

  - Existen en el área otros materiales alternativos que pueden ser empleados en la construcción de la presa:

    - tillita de muy buena compactación.



- areniscas silicificadas.
- cantos rodados.

VIII.2 - Recomendaciones

Por los resultados obtenidos en este relevamiento de carácter preliminar se estima que sería conveniente tomar en cuenta las siguientes recomendaciones con las que se continuarían los estudios para la implantación futura de la presa.

- Completar los siguientes estudios en el área de la presa:
  - Medir con equipo apropiado el buzamiento de las areniscas de la Formación San Gregorio-Tres Islas.
  - Medir el buzamiento de las fisuras ubicando los resultados en una carta de detalle (a escala 1:2.000) con apoyo topográfico.
  - Determinar la naturaleza de los materiales de relleno de las fisuras, así como su potencia y su comportamiento en profundidad.
  - Efectuar ensayos de permeabilidad in situ sobre las areniscas de la Formación San Gregorio-Tres Islas.
- Una vez completados estos estudios en el área de la presa se recomienda programar un plan de perforaciones, prácticamente sin tomar en cuenta las perforaciones de 1929, ya que los partes que se conservan son incompletos y los testigos en su mayoría inexistentes.
- En las áreas que se insinúan como posibles comunicaciones entre el lago y la restitución en el río se recomienda:
  - estudiar la fisuración y permeabilidad de la roca presente.
  - estudiar el piso de las cañadas en época de estiaje.
  - programar la realización de algunos sondeos.
- Con respecto a la búsqueda de arena se señala la necesidad de:
  - realizar un estudio en el cauce del Río Negro en las cercanías del área de la presa.
  - Según el resultado del punto anterior, instensificar el estudio del Arenal 1 según las recomendaciones descriptas en el punto VII.1.4.

- Con respecto a la búsqueda de aluviones sería necesario:
  - realizar una malla regular de sondeos en el área del arroyo Malo, en época de estiaje, y si los resultados no fueran los esperados:
  - intensificar el estudio en el área del arroyo Sarandí.
- Con respecto a los diques basálticos se recomienda:
  - realizar la cartografía de detalle a escala 1:2.000.
  - efectuar excavación de trincheras.
  - muestrear rocas para ensayos de laboratorio.
  - según los resultados anteriores programar un plan de perforaciones.
- Realizar un estudio detallado de los materiales alternativos:
  - cartografiar la tillita en el norte del área a escala 1:20.000 de acuerdo a lo planteado en el punto VII.4
  - cartografiar al detalle (a escala 1:20.000) las areniscas silicificadas.
  - calcular la potencia de los cantos, cartografiarlos a una escala de mayor detalle y realizar muestreos para ensayos de laboratorio.

XII- BIBLIOGRAFIA

1- ADMINISTRACION GENERAL DE LAS USINAS Y LOS TELEFONOS DEL ESTADO. 1937.
Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Negro. 22 p. Ilus. planos. Montevideo.

2- ADMINISTRACION GENERAL DE LAS USINAS Y LOS TELEFONOS DEL ESTADO. 1954.
Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Negro, obra en Rincón de Baygorria: memoria descriptiva. 140 p. Montevideo.

3- de ALBA, E. y N. SERRA. 1959.
Aprovechamiento del río Uruguay en la zona de Salto Grande. Informe sobre las condiciones y características geológicas. An. Dir. Nac. Geol. y Min., 11: 1-35, láms. 1-18, mapas 1-5. Buenos Aires.

4- BOSSI, J. 1966.
Geología del Uruguay. Col. Ciencias, 2: 1-469, mapas, figs. Univ. República, Montevideo.

5- BOSSI, J., L. A. FERRANDO, A. N. FERNANDEZ, G. ELIZALDE, H. MORALES, J. J. LEDESMA, E. CARBALLO, E. MEDINA, I. FORD y J. R. MONTAÑA. 1975.
Carta geológica del Uruguay. Escala 1:1.000.000. pp. 1-32, 1 mapa. Dir. Suelos y Fertilizantes, M. A. P., Montevideo.

6- BOSSI, J. y M. UMPIERRE. 1975.
Magmatismo mesozoico del Uruguay y Río Grande del Sur: sus recursos minerales y potenciales. 2 Congr. Ibero-Amer. Geol. Económ., 2: 119-141. Buenos Aires.

7- CAORSI, J. H. y J. C. GOÑI. 1958.
Geología uruguaya. Bol. Inst. Geol. Uruguay, 37: 1-73, figs. 1-41, 1 mapa. Montevideo.

8- COMISION TECNICA Y FINANCIERA DE LAS OBRAS HIDROELECTRICAS DEL RIO NEGRO. RIONE. 1949.
Usina Hidroeléctrica del Rincón del Bonete, Río Negro. Trabajo presentado al Cong. Panamericano de Ingeniería, Río de Janeiro, julio de 1949. Apartado Rev. de Ingeniería.

9- COMISION TECNICA MIXTA DE SALTO GRANDE. DELEGACION DEL URUGUAY. 1952.
Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Uruguay. Anteproyectos preliminares. 148 p., 1h. Montevideo.

10- FALCONER, J. D. 1931.
Terrenos gondwánicos del departamento de Tacuarembó. Memoria explicativa del mapa geológico. Bol. Inst. Geol. Perf., 15: 1-17, láms. 1-5, 1 mapa. Montevideo.

11- FALCONER, J. D. 1937.
La Formación de Gondwana en el Nordeste del Uruguay, con referencia especial a los terrenos eogondwánicos. Bol. Inst. Geol. Per., 23 b: 1-122, 2 figs., 1 mapa. Montevideo.

12- GROEBER, P. 1932.
Informe sobre las condiciones geológicas de un dique de embalse en Rincón del Bonete y de la cuenca abarcada por el lago. Bol. Inst. Geol. Perf., 17: 1-91. 8 láms, figs. 1-11. Montevideo.

13- HAREAU , A. 1958.
Usina hidroeléctrica en Rincón de Baygorria. Río Negro. Rev. de Ingeniería, 52 (606): 313-323. Montevideo.

14- LAMBERT, R. 1939.
Memoria explicativa del mapa geológico de los terrenos sedimentarios y de las rocas efusivas del Departamento de Durazno. Bol. Inst. Geol. Uruguay, 25 b: 1-37, láms. 1-14, lám. A, figs., 1 mapa. Montevideo.

15- LAMBERT, R. 1941.
Estado actual de nuestros conocimientos sobre la geología de la República Oriental del Uruguay. Bol. Inst. Geol. Uruguay, 29: 1-89, láms. 1-28. Montevideo.

16- LASGOITY, B., E. AMBROSOLI BONOMI, J. B. MAGLIA, F. L. TOURREILLES, G. GARCIA OTERO y H. RUGGIA. 1934.
Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Negro. Rev. de Ingeniería, 28 (1-2): 3-51, fig. 1. Montevideo.

17- LUDIN, A. 1933.
Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Negro. Vol. 1 Memoria explicativa. M.O.P. Dirección de Estudios Hidroeléctricos. UTE. 34 p. Montevideo.

18- MONES, A. 1981.
Bibliografía sobre geología y paleontología del Uru-

guay. Bol. Inst. Geol. Uruguay, 38: 95-162. Montevideo.

19- PRECIOZZI, F., J. SPOTURNO y W. HEINZEN. 1979.
Carta Geo-estructural del Uruguay escala 1:20.000 y Memoria Explicativa. Inst. Geol. "Ing. Eduardo Terra Arocena", 62 p., láms., 1 mapa. Montevideo.

20- SUDRIERS, V. B. 1947.
Aprovechamiento hidroeléctrico del Río Queguay. Proyecto de la Dirección de Estudios Hidroeléctricos. Rev. de Ingeniería, 41 (470): 325-344, 17 láms. Montevideo.

21- TERRA AROCENA, E. 1926.
Nota sobre el piso de Itararé y los sedimentos marinos de Rincón de Alonso. Bol. Inst. Geol. Perf., 8 a: 8-20, figs. 1-13. Montevideo.

22- VOLPI, C. A. 1956.
El aprovechamiento hidroeléctrico de Salto Grande .... Ministerio de Comercio e Industria de la Nación. Agua y Energía eléctrica (E. N. D. E.). 17 p., láms., 1 mapa. Buenos Aires.

23- WALTHER, K. 1927.
Contribución al conocimiento de las rocas "basálticas" de la Formación de Gondwana en la América del Sud. Bol. Inst. Geol. Perf., 9: 1-43, láms. 1-6. figs. 1-4, 1 mapa. Montevideo.

24- WALTHER, K. 1935.
Contribución a la petrología y estratigrafía del glacial gondwánico uruguayo y apuntes a propósito de un croquis sinóptico del Gondwana brasileño. Bol. Inst. Geol. Perf., 22 (2): 257-275, figs. 1-6. Montevideo.

Trabajos Inéditos

CONSULTORA LAHMEYER 1980. Informe geológico.

INSTITUTO GEOLOGICO "ING. EDUARDO TERRA AROCENA". 1980. Partes de las perforaciones realizadas en 1926, 1928 y 1929. Perforaciones Nº. 78, 81, 83, 85, 8 6, 88, 90, 91, 92, 95, 96, 99, 101, 109, 107, 121, 126/1, 126/2, 127 y 188.

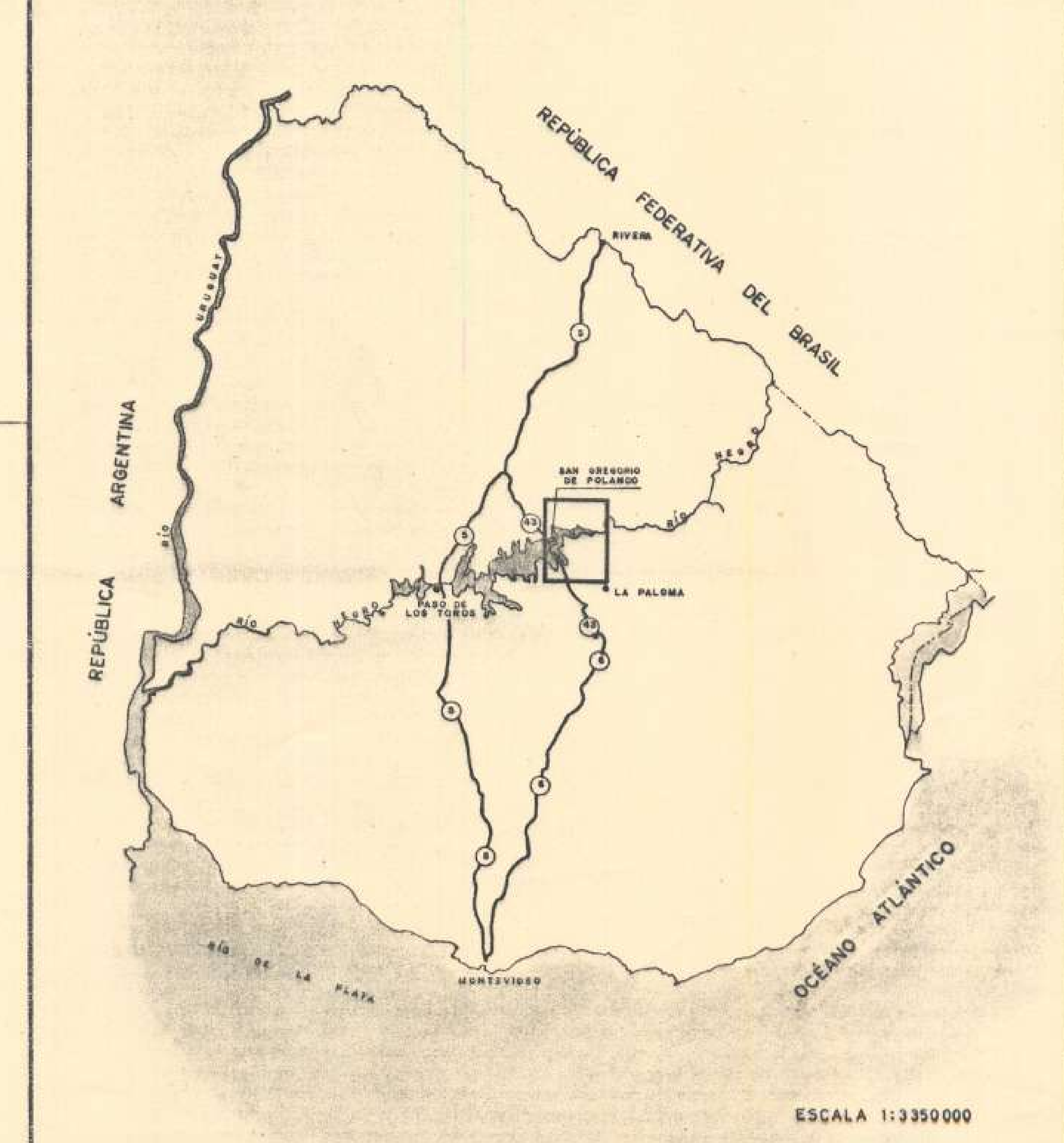
MOP. 1929. Río Negro Perfil I. Comisión Nacional de Energía Hidroeléctrica.

MOP. 1929. Río Negro Margen Derecha. Comisión Nacional de Energía Hidroeléctrica.

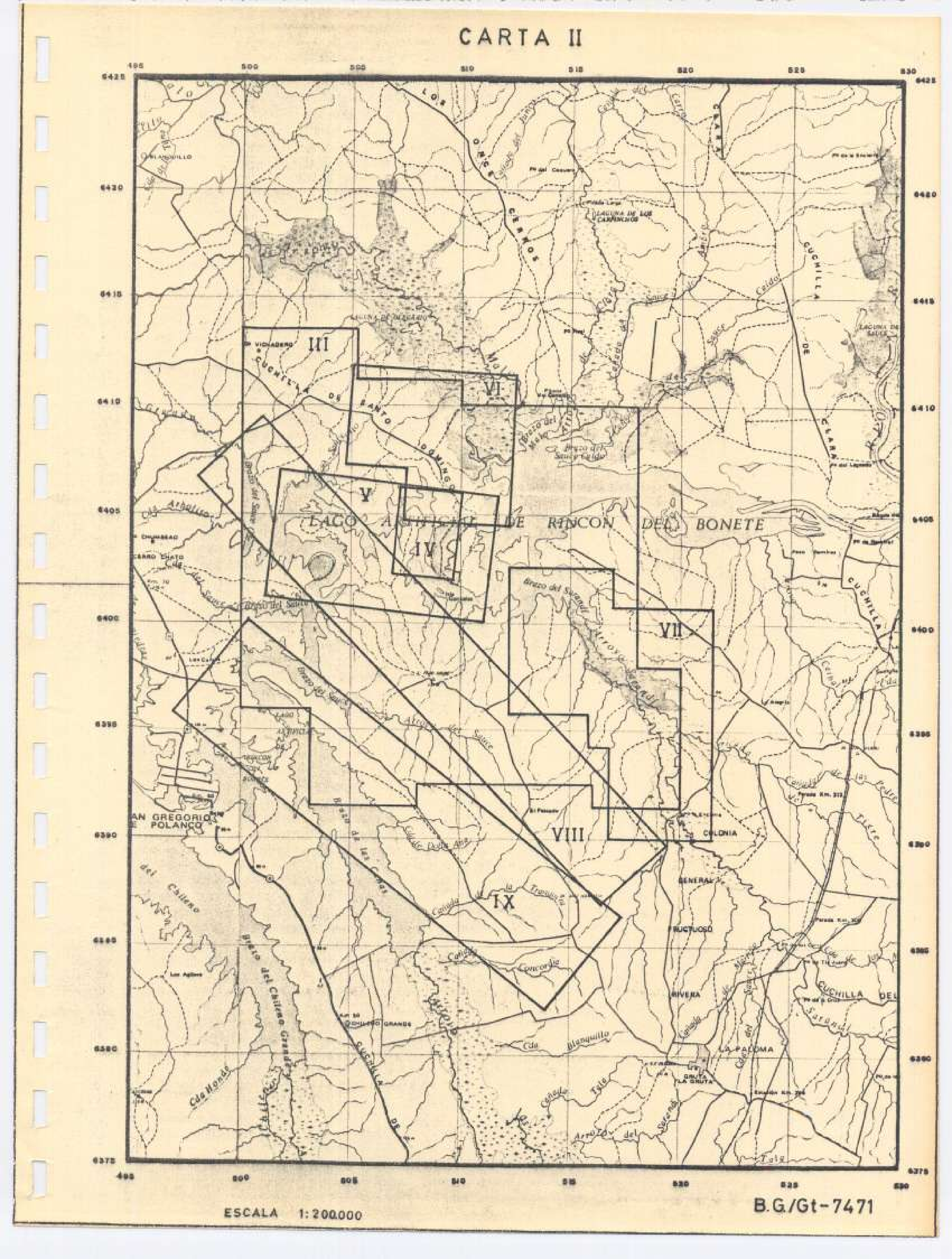
SPOTURNO, J. y P. ROSSI. 1978. Carta Geológica de la Zona de Isla González a escala 1:50.000. MIE. Instituto Geológico "Ing. Eduardo TERRA AROCENA".

CARTA I

ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO



R.R./Gt-7470

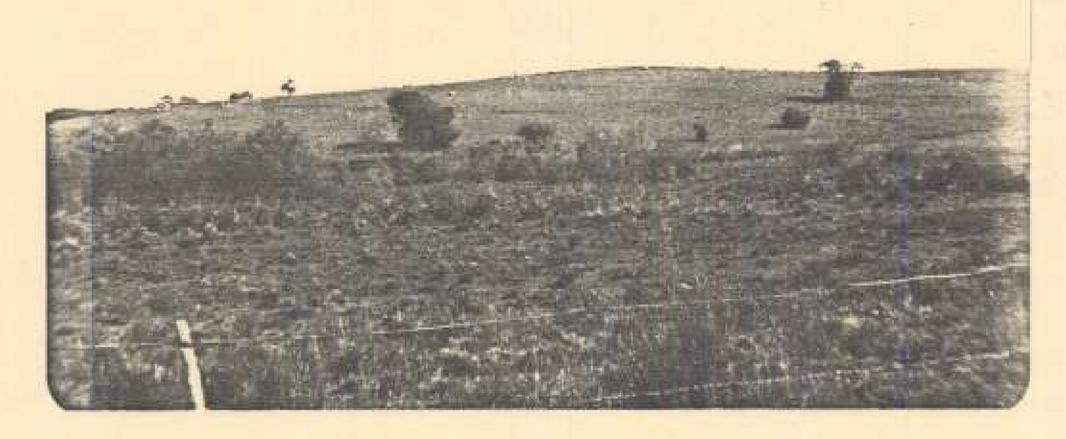

CARTA II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
LAGO ARTIFICIAL DE RINCON DEL BONETE
CUCHILLA DE SANTO DOMINGO
LOS ONCE CERROS
CUCHILLA DE CLARA
SAN GREGORIO DE POLANCO
COLONIA
GENERAL
FRUCTUOSO
RIVERA
LA PALOMA
CUCHILLA DEL
Brazo del Sauce
Brazo del Sarandí
Brazo del Chileno Grande
Arroyo del Sauce
Cda. Blanquillo
Cda. Concordia
ESCALA 1:200.000
B.G./Gt-7471



1.- El Río Negro enmarcado en un relieve suavemente ondulado
Area de la presa



2.- Relieve suavemente ondulado con formas convexas típico del
área de la presa



3.- Lomas convexas que aparecen en el área de la presa



4.- Monte artificial de pinos y eucaliptus instalado sobre el arenal en el área de la presa



5.- Una vista general del monte artificial de pinos sobre el Rincón de Alonso en la margen derecha del Río Negro



6.- Desembocadura de una cañada parcialmente inundada por el embalse



7.- Afloramiento de arenisca en la margen derecha del Río Negro. Area de la presa



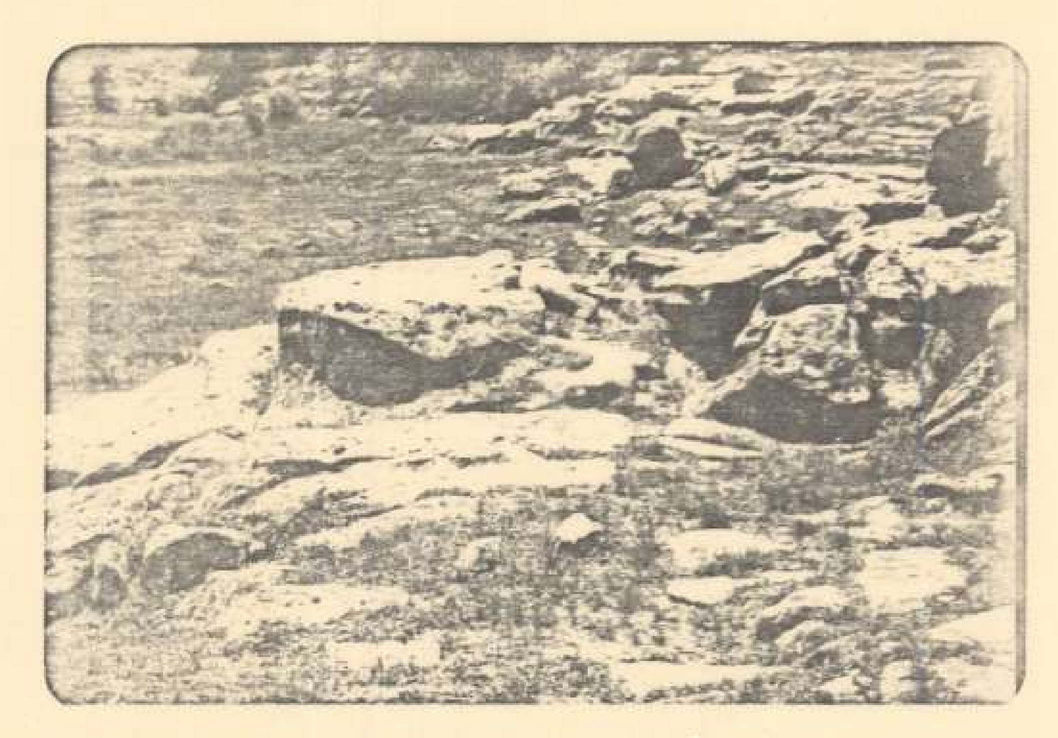
8.- Afloramiento de tillita en forma de losa convexa. Dos km al E del área de la presa



9.- Afloramiento de arenisca en el cauce de una cañada. Margen izquierda del Río Negro, al SW del área



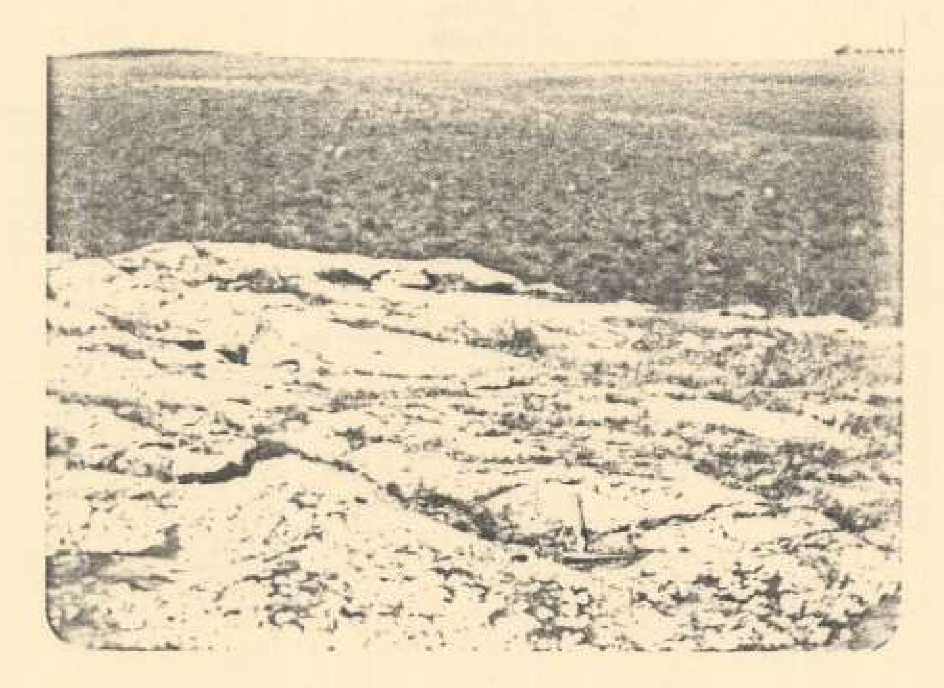
10.- Escarpa de arenisca. Se aprecia la estratificación paralela y el buzamiento sub-horizontal. Al SW del área



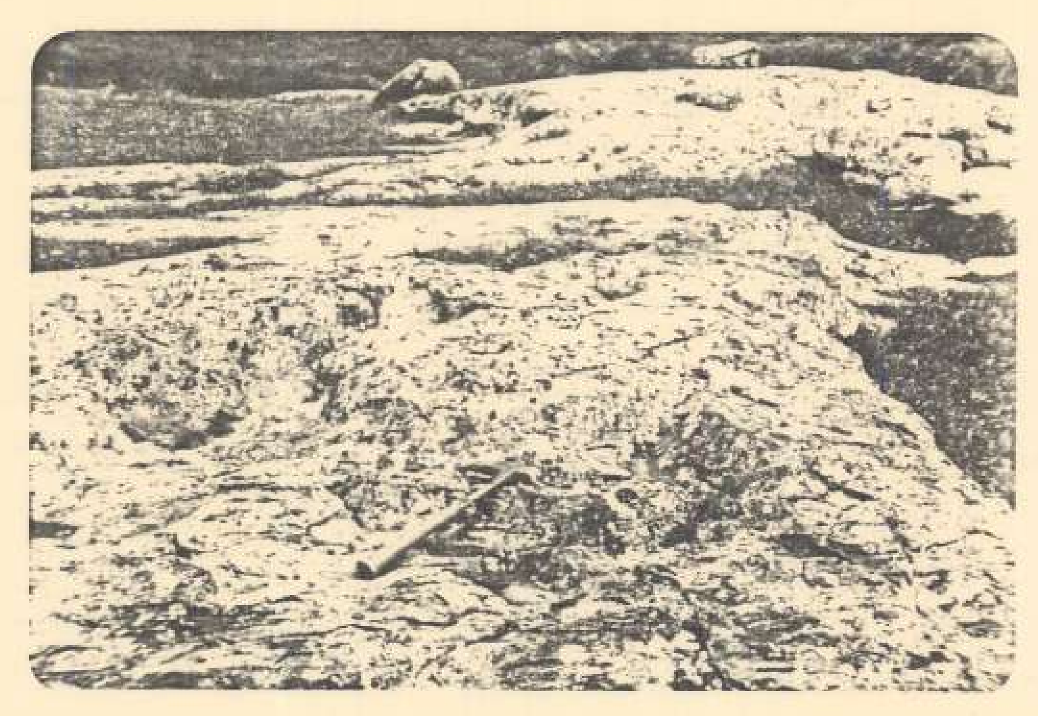
11.- Bloques de arenisca. Al Sur del Río Negro en la estancia Saprisa



12.- Areniscas típicas. Al Sur del Río Negro en la estancia del Sr. Corte



13.- Afloramiento de arenisca mostrando dos direcciones de dia clasado aproximadamente perpendiculares. Al Sur del Río Negro en la estancia del Sr. Corte



14.- Losas planas y convexas de arenisca. Margen izquierda. Area de la presa



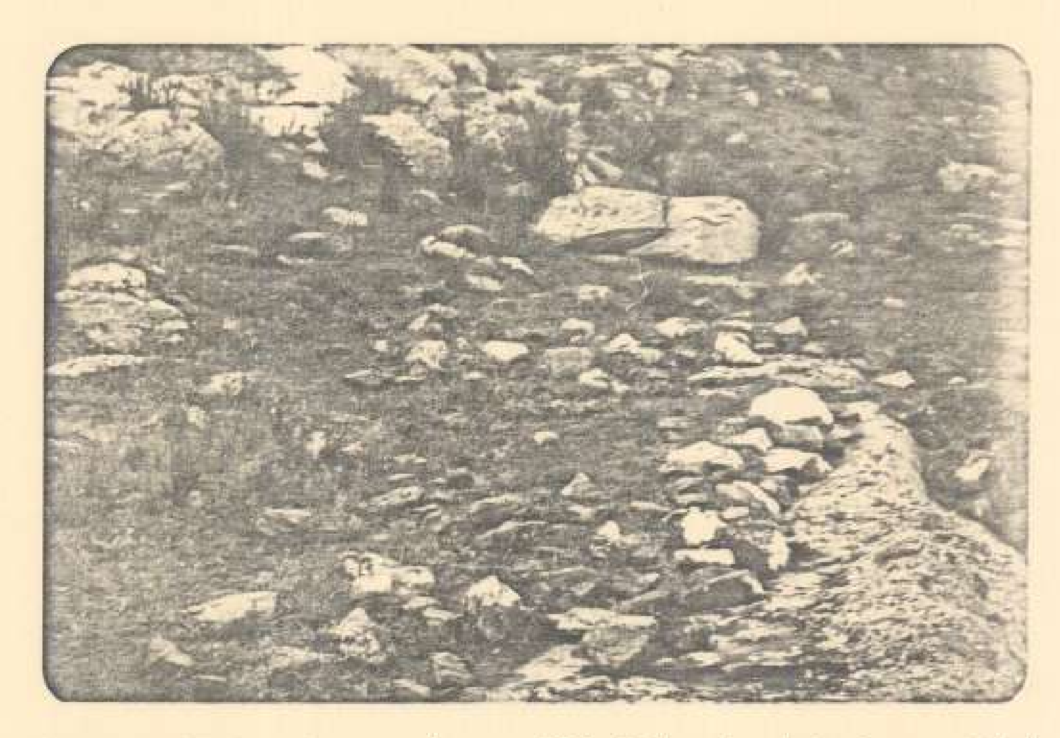
15.- Afloramiento de bloques angulosos de arenisca silicificada. Al Sur del Río Negro, centro - sur del área



16.- Arenisca solicificada determinando elevaciones. Cuchilla de Santo Domingo, estancia Sr. Canapá



17.- Afloramiento de arenisca silicificada del Cerro Vichadero al NW del área



18.- Afloramiento de arenisca silicificada del Cerro Vichadero al NW al área



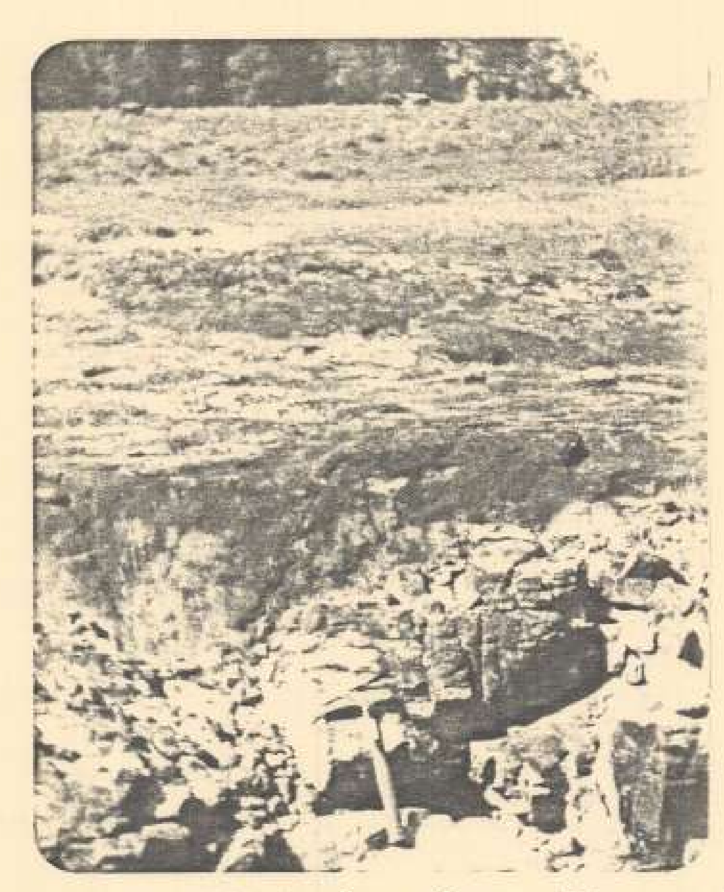
19.- Paisaje típico determinado por la arenisca silicificada. Cuchilla de Santo Domingo



20.- Arenisca silicificada mostrando dos sistemas de diaclasas aproximadamente perpendiculares que determinan bloques del orden de los 0,50m de diámetro. Cuchilla de -- Santo Domingo



21.- Areniscas silicificadas determinando un paisaje "en escalones", Cerro Vichadero



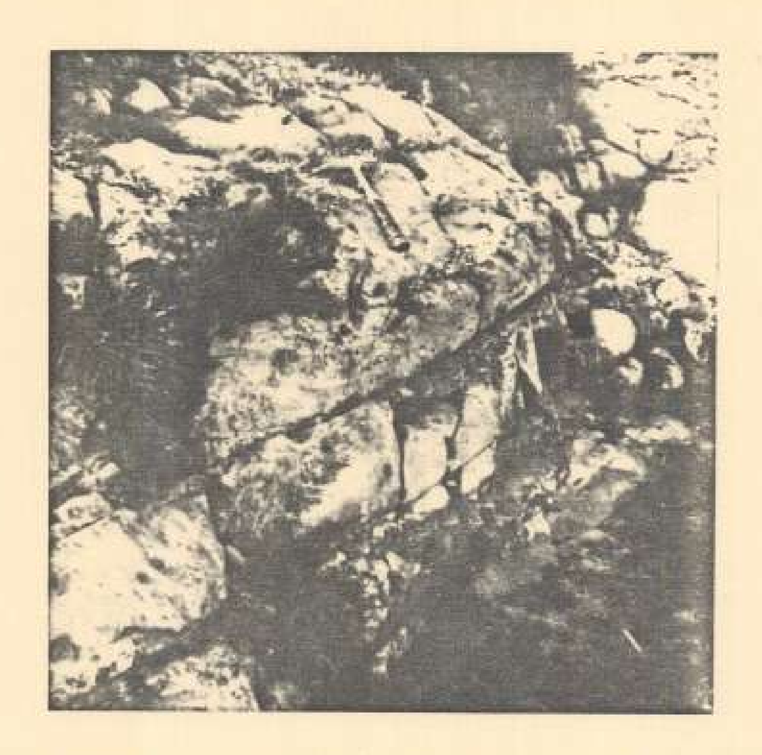
22.- Afloramiento de litologías más arcillosas. Al Sur del Río Negro. Estancia del Sr. Saprisa



23.- Arenisca fina mostrando el abigarrado en tonos naranja. Margen derecha del Río Negro, área de la presa



24.- Afloramiento de arenisca fina en forma de losas planas mostrando una dirección de diaclasado. Margen derecha del Río Negro, 3 km al SE del área de la presa



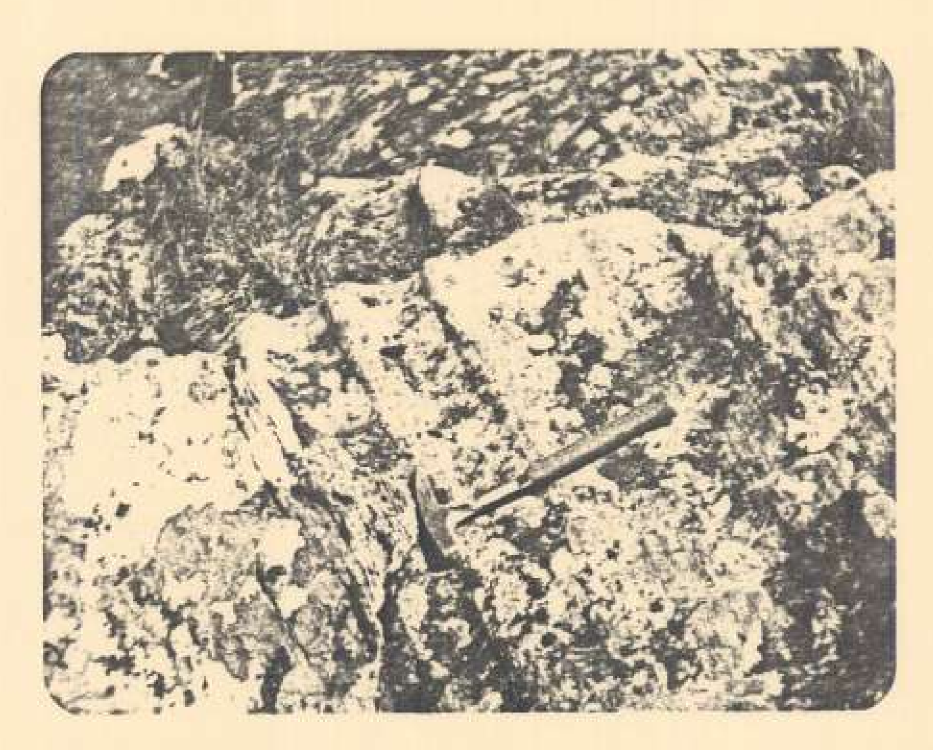
25.- Arenisca fina mostrando dos direcciones de diaclasado. Al Sur del Río Negro, 3 km al sur de Rincón de González



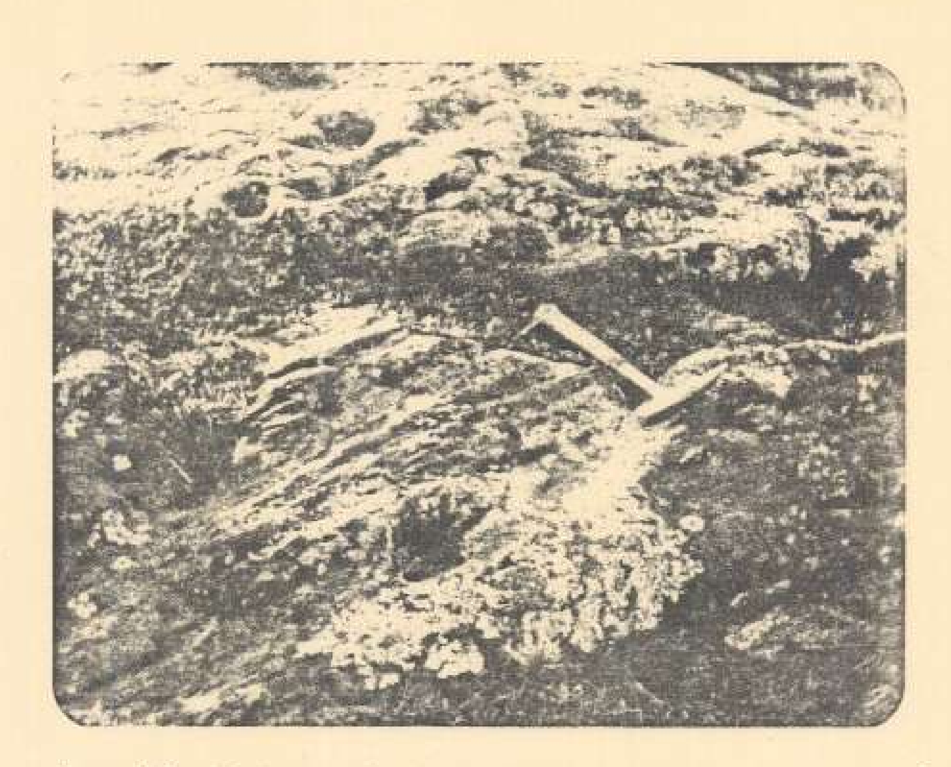
26.- Arenisca mostrando un buzamiento de 35 º, y estratificación ondulante. Al SW del área



27.- Limolita mostrando una estratificación sub-horizontal. Apoyado discordantemente sobre la misma se observa un depósito aluvial. Al SE del área



28.- Estructuras superficiales sobre las areniscas típicas. Estancia del Sr. Corte



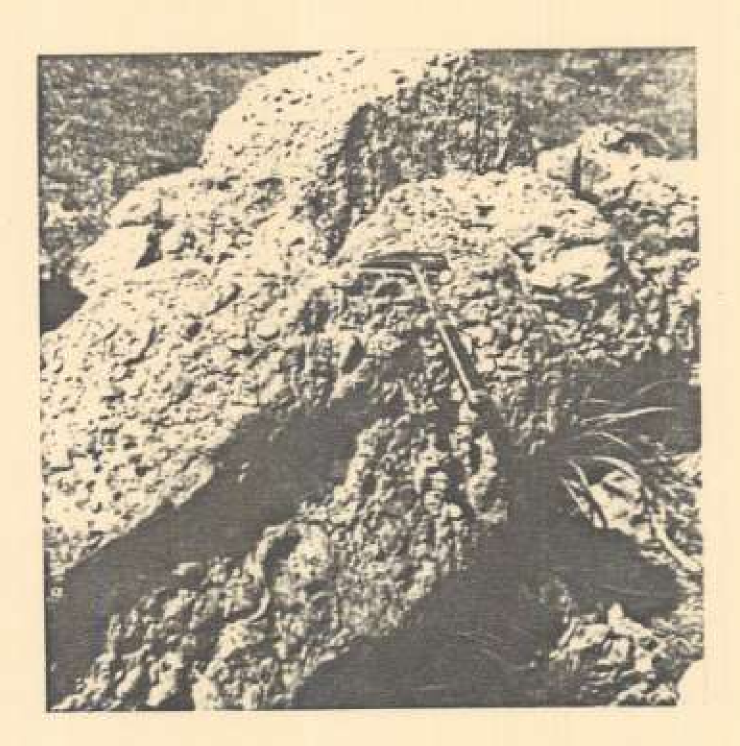
29.- Erosión diferencial en las areniscas. Cercanías de la estancia de Corte



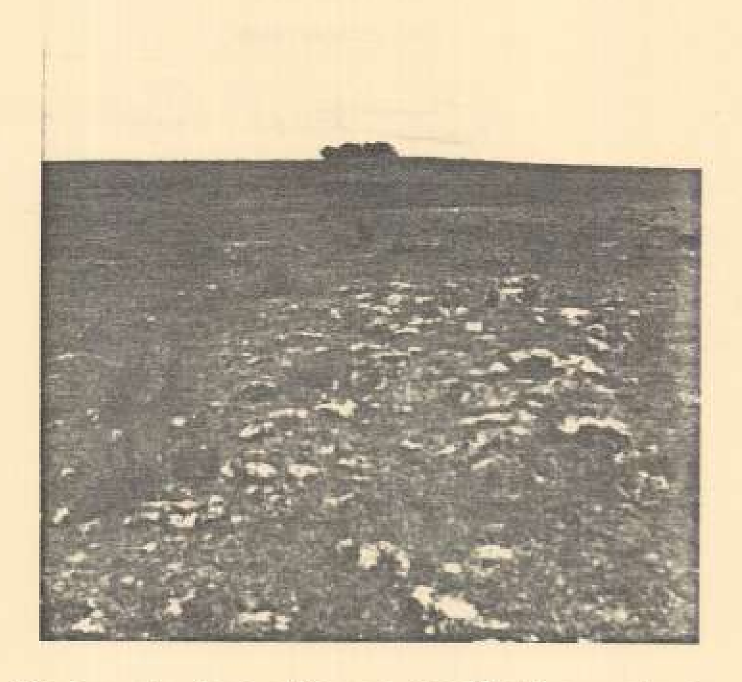
30.- Marcas de onda sobre las superficie de las areniscas. Estancia Sr. Canapá



31.- Meteorización superficial sobre las areniscas. Estancia Sr. Canapá



32.- Bloque errático. Al SW del área



33.- Paisaje típico de los diques basáltico, donde se observa el afloramiento prácticamente a ras del suelo



34.- Paisaje típico de los diques basáltico. No se observa afloramiento pero sí un cambio característico en la vegetación (visible en la foto por un cambio de color) que indica la presencia del dique



35.- Afloramiento en bloques de aproximadamente 50 cm de diámetro alternando con tramos de dique no aflorante. Dique II, aprox. 2 km al SE del Brazo de las Cañas.



36.- Afloramiento en bloques prismáticos pequeños del Dique I en su porción Sur



37.- Trinchera de basalto mostrando al centro un diaclasado en bloques del orden de 1m de diámetro y hacia la parte superior izquierda de la foto un diaclasado lajoso subhorizontal. Dique II al NW del Río Negro



38.- Afloramiento de basalto donde se puede observar un diaclasado lajoso con un buzamiento de aproximadamente 30º. Dique I. en las cercanías de la Estancia de Saprisa, hacia el SE



39.- Basalto "lajoso" mostrando variaciones locales en el rumbo del diaclasado Dique II. Al SE del Brazo de las Cañas, cerca del cruce del dique con el camino que conduce a Picada Oribe.



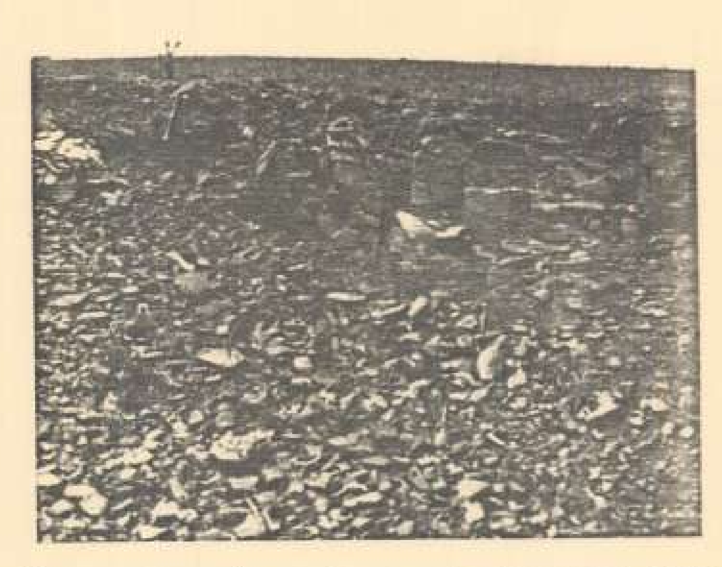
40.- Excavaciones superficiales en el Dique II de donde se extrajo basalto lajoso para la construcción del camino. Al NW del Río Negro.



41.- Excavación en el Dique II que deja en relieve al basalto mostrando un diaclasado prismático. Dique II, al NW del Río Negro



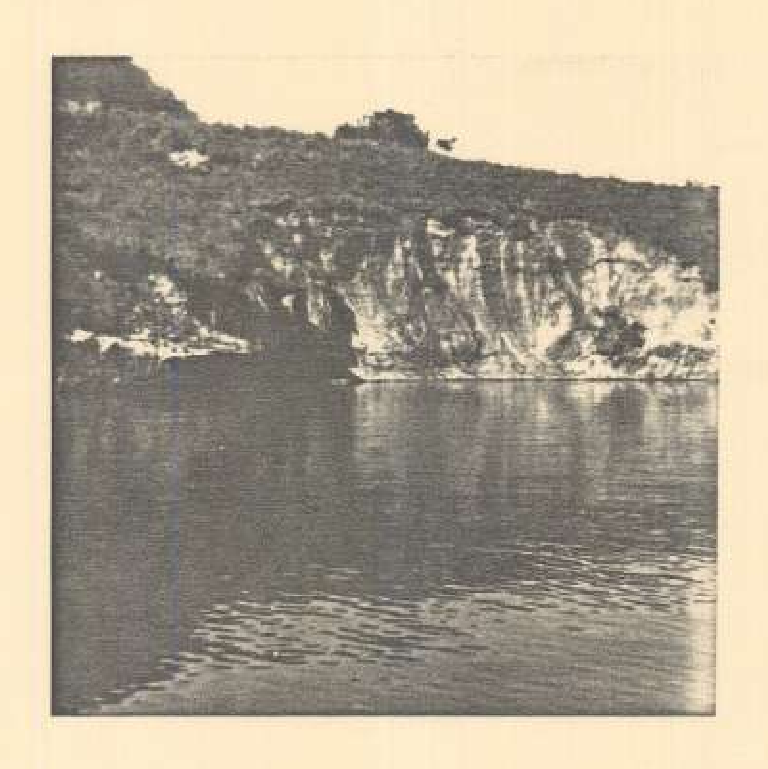
42.- Excavación en el Dique II que deja en relieve al basalto mostrando un diaclasado prismático. Dique II, al NW del Río Negro.



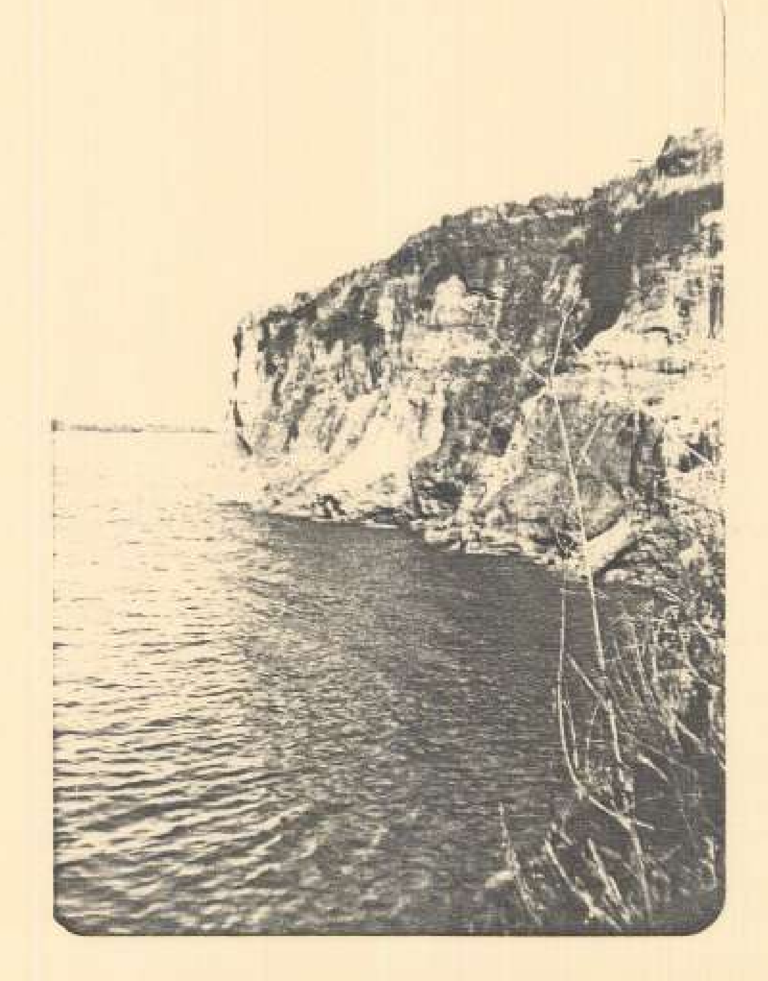
43.- Excavación mostrando prismas de basalto alterado Dique II al NW del Río Negro



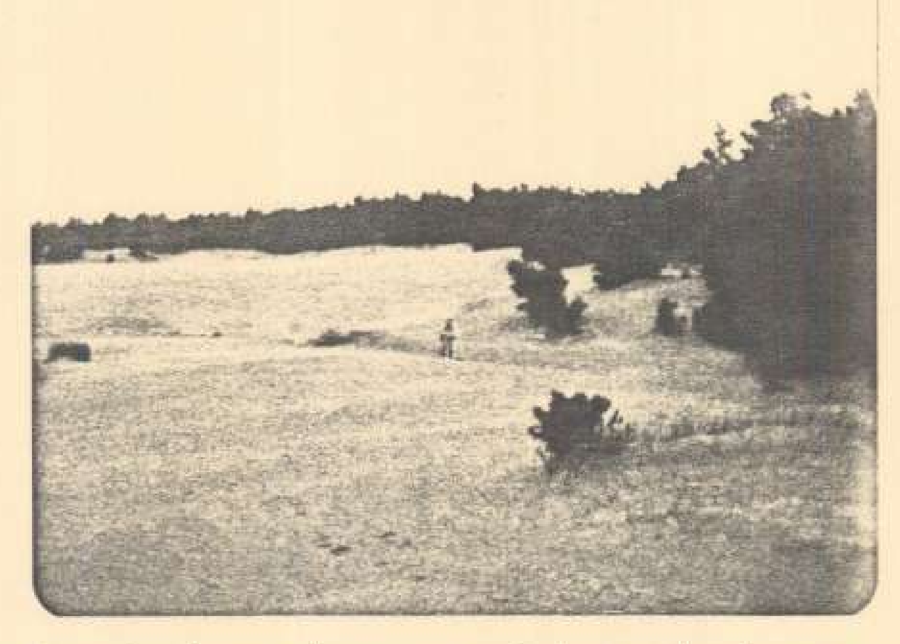
44.- Barranca acantilada de areniscas sobre la margen derecha del Río Negro (Rincón de Alonso)



45.- Barranca acantilada de areniscas sobre la margen derecha del Río Negro (Rincón de Alonso), se observa además la estratificación paralela característica.



46.- Otro aspecto de las barrancas de arenisca sobre la costa del Río Negro. (Margen derecha, Rincón de Alonso)



63.- Acumulaciones de arenas voladas rodeadas por monte de pinos. Arenal 1



64.- Barranca de aproximadamente 4m de altura en la margen derecha del Río Negro, mostrando el perfil de las arenas. Area de la presa



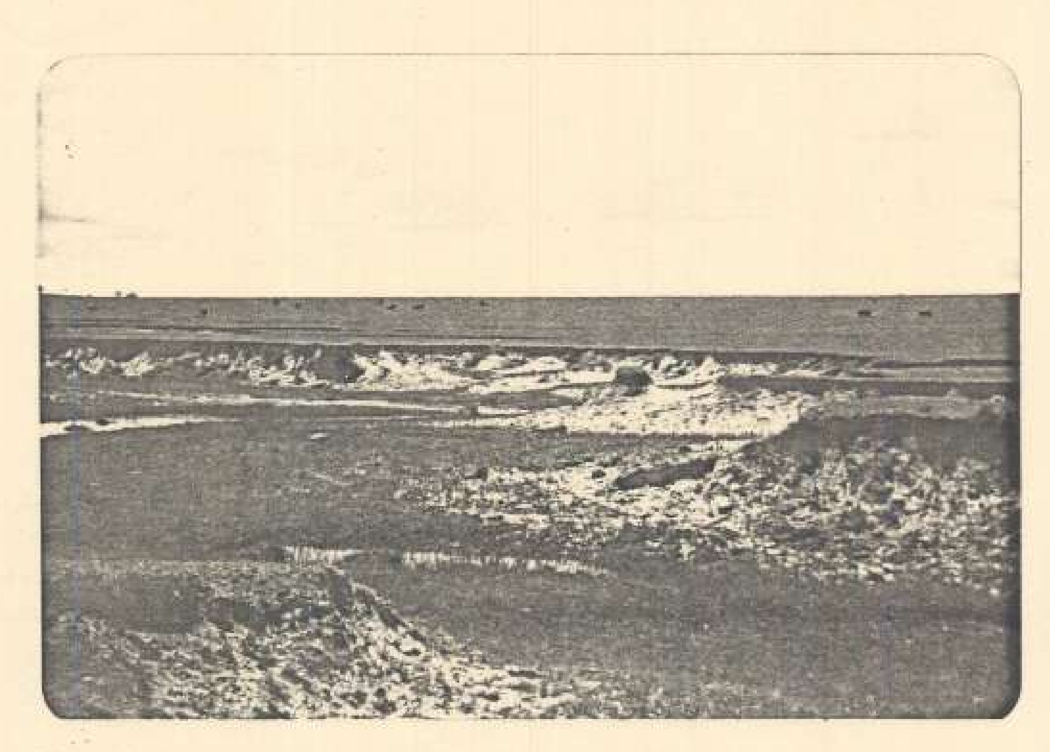
65.- Barranca acantilada de arenas sueltas, estratificadas, presentando un nivel inferior de color blanquecino de 1,10m de altura y uno superior naranja de 3m de altura. Area de la presa.



66.- Costras de arenas algo ferrificadas muy locales. Arenal 1



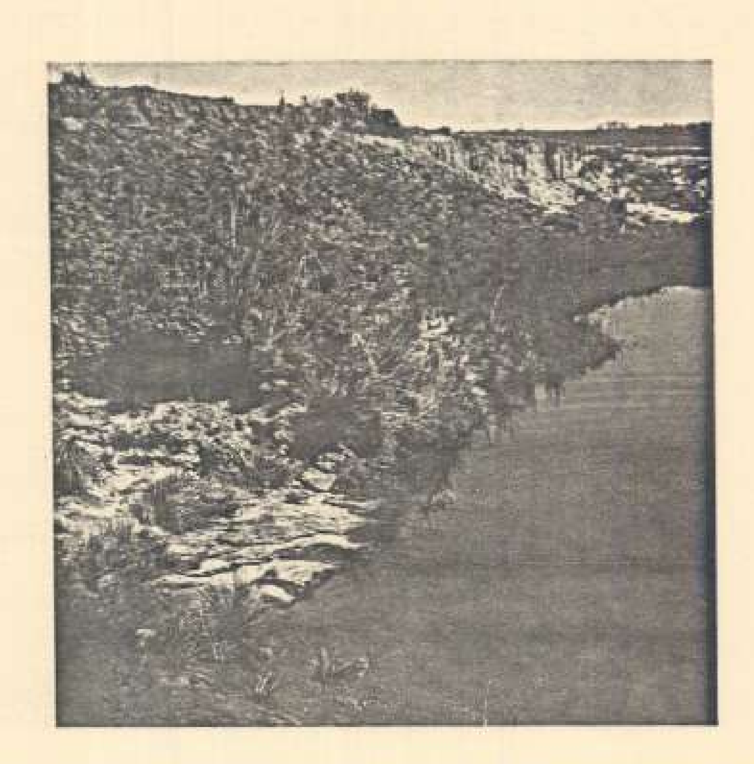
67.- Sondeo en el arenal 1



68.- Planicie aluvial entallada por el cauce actual. Estancia del Sr. Organbide



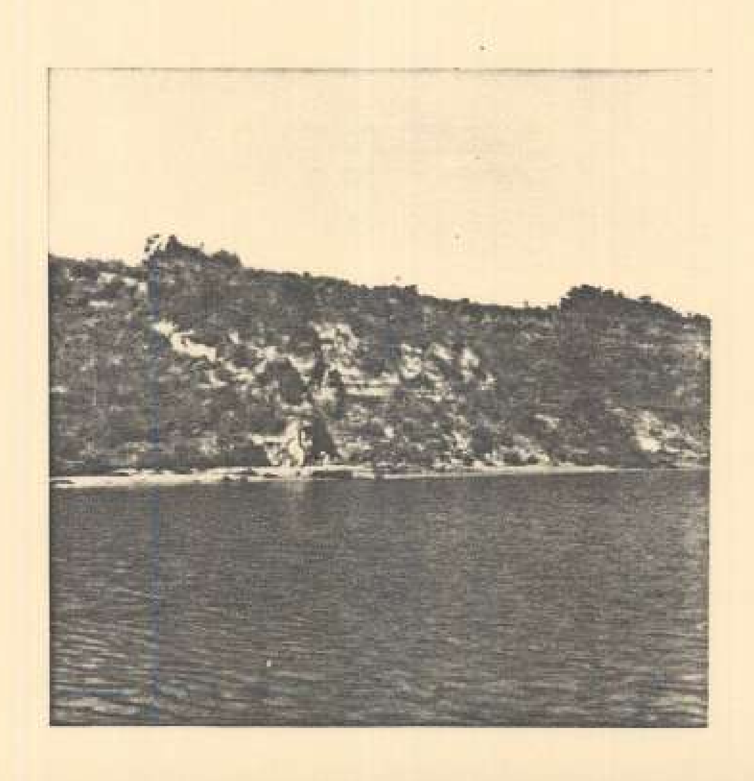
69.- Dos terrazas aluviales apoyadas discordantemente sobre la F. San Gregorio-Tres Islas. Cañadón al SE del área.



70.- Barranca limo-arcillosa apoyada discordantemente sobre las areniscas de la F. San Gregorio-Tres Islas. En las cercanías de la estancia del Sr. Saprisa



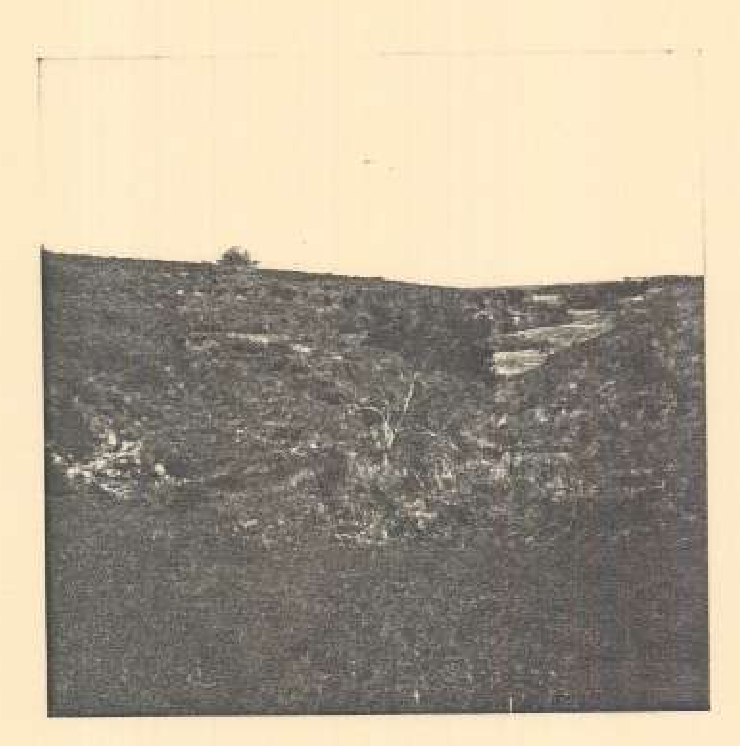
47.- Areniscas naranjas abigarradas en blanca en la costa del Río Negro. (margen derecha, Rincón de Alonso).



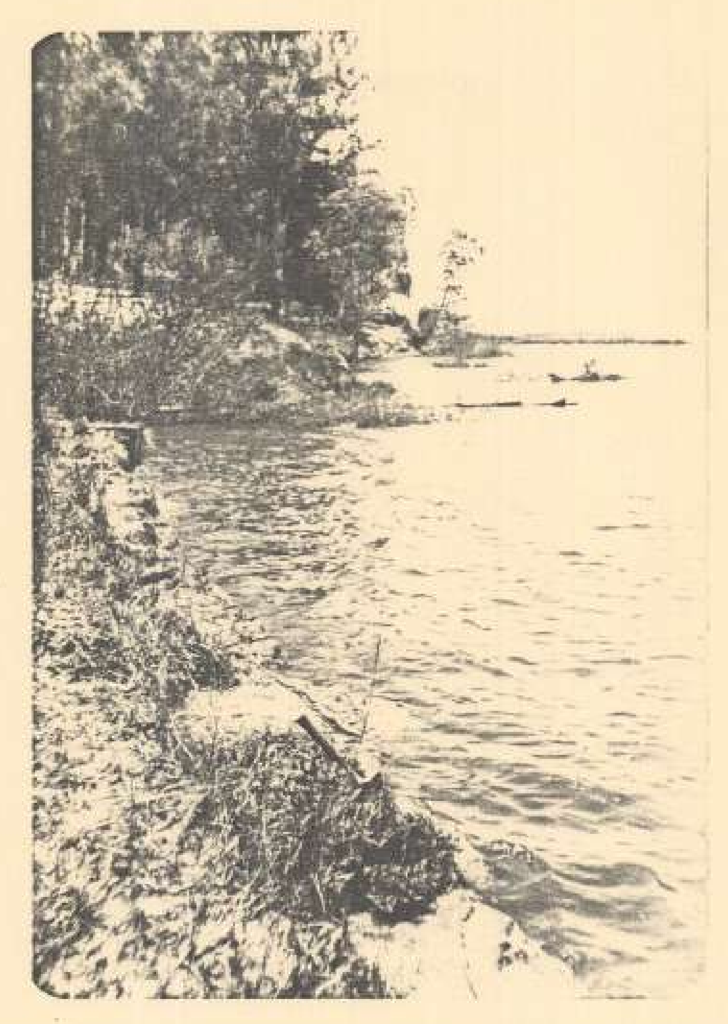
48.- Arenisca sobre la costa del Río Negro, donde es muy notable la estratificación paralela. (margen derecha, Rincón de Alonso)



49.- Escarpa costera de areniscas naranjas de aproximadamente 3m de altura (margen derecha, Rincón de Alonso)



50.- Barrancas de areniscas naranjas sobre un cañadón. Al SE del área de la presa



51.- Afloramiento de areniscas finas arcillosas en la base, cubiertas de arenas voladas. Margen derecha del Río Negro, área de la presa



52.- Barranca mostrando un nivel de arenisca naranja abigarrado en la base cubierto por un nivel arcillo-limoso con dos niveles de cantos. Al SE del área de la presa



53.- Planicie aluvial determinada por cantos. En el E de la Península de Rincón de Alonso



54.- Planicie aluvial determinada por cantos. En el E de la Península de Rincón de Alonso



55.- Potencia del nivel de cantos expuesta en una trinchera. En el E de la Península de González



56.- Trinchera en un nivel de cantos. Al S de Rincón de González en el área de la presa



57.- Vista panorámica desde el E del arenal 1 fijado en parte por el monte de pinos



58.-Vista desde la costa W del Río Negro del arenal 1 fijado por el monte de pinos artificial



59.- Vista desde el arenal 1 hacia la costa W del área donde se observan los afloramientos escalonados de las areniscas de la F. San Gregorio-Tres Islas



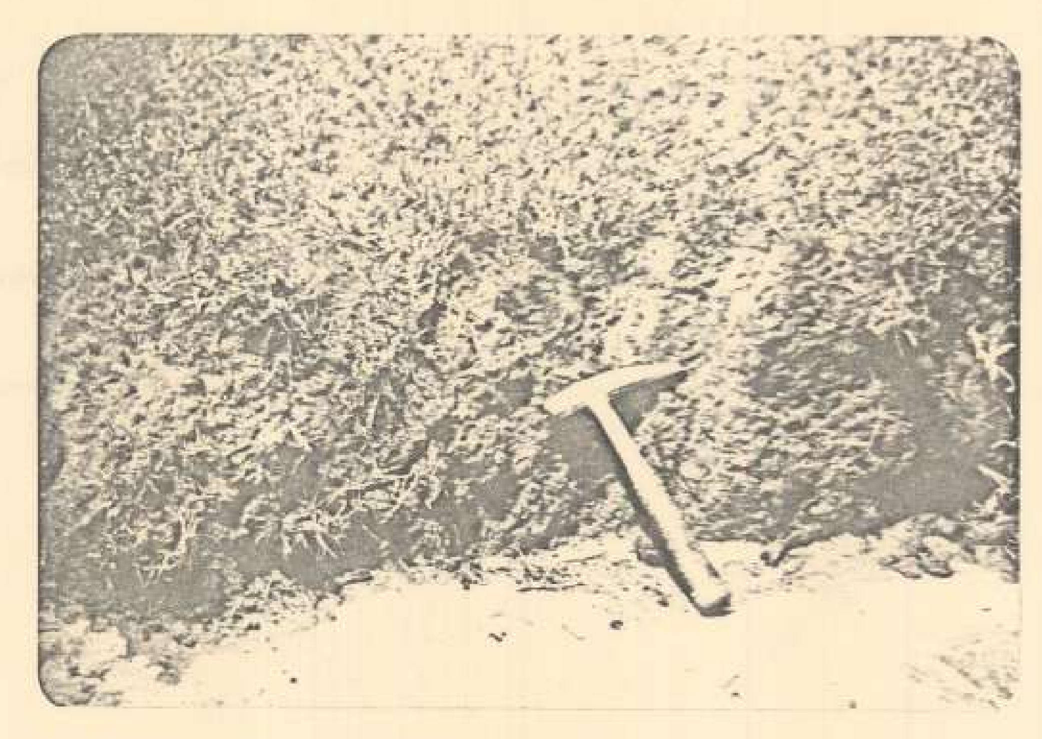
60.- Médano vivo fijado en parte por la vegetación natural, al fondo se observa el monte de pinos artificial. Al E del área de la presa



61.- Médano vivo, donde se observan ondulitas. Al E del área de la presa



62.- Acumulaciones de arena dando lugar a médanos de formas variadas. Al E del área de la presa



71.- Depósitos limo-arcillosos discordantes sobre la F. San Gregorio-Tres Islas. Cercanías de la Estancia de Saprisa



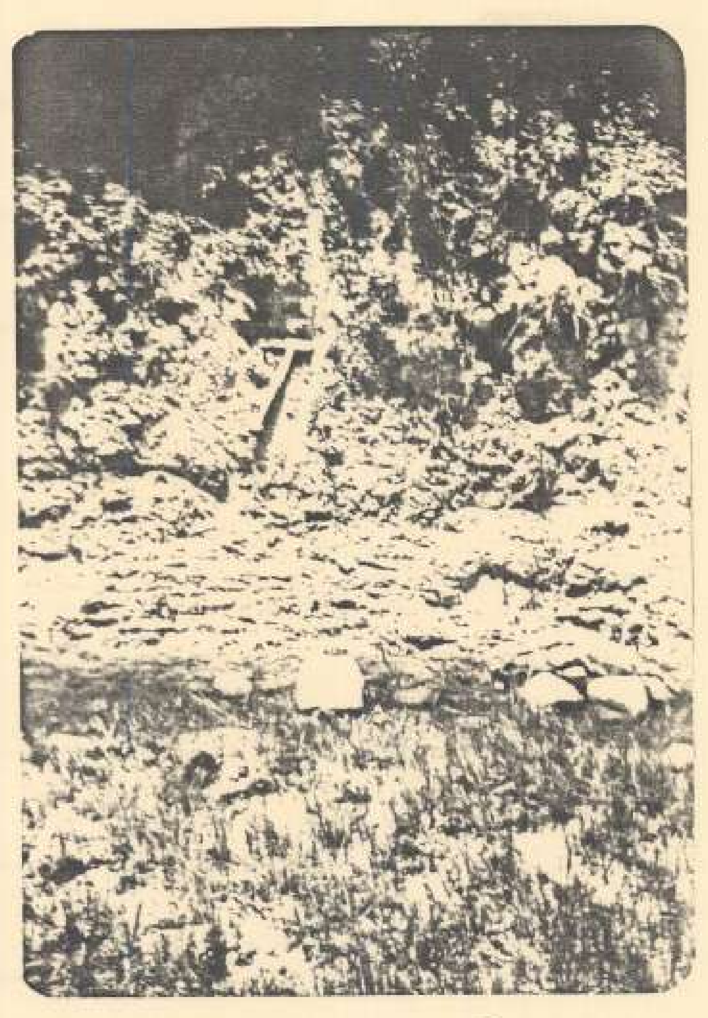
72.- Aluvión limo-arcilloso con gravillas y gravas. Al SE del área.



73.- Aluvión arcilloso con grietas de retracción poligonal y nódulos calcáreos en la parte superior. Típico del SE del área.



74.- Aluvión arcilloso (abigarrados en tonos violáceos y gris verdosos) con niveles de cantos. Al E del área, en la Estancia de Organbide



75.- Barranca mostrando distintos niveles: ar cillosos hacia la base y limo-arenosos hacia la cima con nódulos calcáreos y cantos dispersos. Es un datalle de la foto 68.



76.- Nivel de escasa potencia de aluviones arcillo-areno-limosos en tonos naranjas abigarrados. Al SW del área de la presa



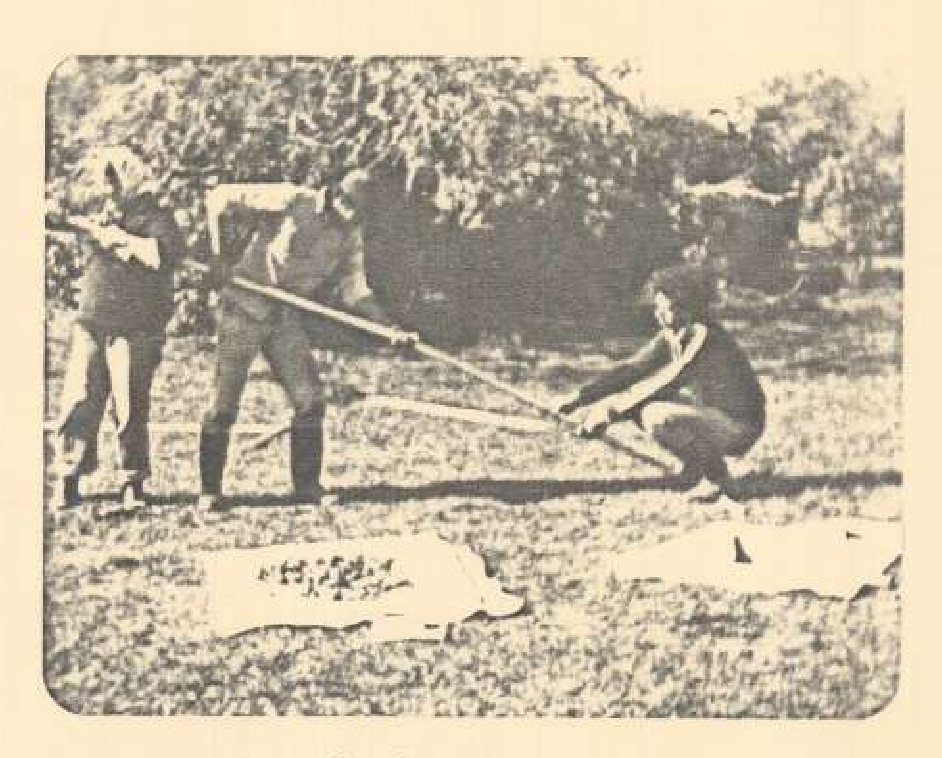
77.- Nivel de escasa potencia de aluviones arcillo-areno-limosos en tonos naranjas abigarrados. Al SW del área de la presa



78.- Sondeo en los aluviones.



79.- Sondeo en los aluviones.



80.- Sondeo en los aluviones.

XI. INDICE

Contenido Pág.